*Band 44 / Heft 2* *April 1959*

...ENTH INST.
...LOGY LIBRARY
IN MAY 1959
EU. 270
...IAL
...PARATE

# ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

BEGRÜNDET VON K. ESCHERICH

HERAUSGEGEBEN VON

W. ZWÖLFER

Dr. rer. nat., o. ö. Professor für angewandte Zoologie
an der Universität München

Mit 51 Abbildungen

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN
POSTVERLAGSORT HAMBURG

# Inhalt

ORIGINALAUFSÄTZE


Der Einfluß der Temperatur auf Stoffwechsel und Eiproduktion von Lepidopteren. Von H. Oldiges .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 115

Etude d'une population de Larves de *Retinia buoliana* (Schiff.). Von Nef .. 167

Haselnußschädlinge in der Türkei. Von B. Alkan .. .. .. .. .. .. 187

Beitrag zur Kenntnis einiger in Mitteldeutschland aufgetretener Parasiten des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.). Von E. Zech .. .. .. .. 203

Beitrag zur Biologie des Anobienparasiten *Trigonoderus tristis* Walk. (*Hym. Chal.*). Von R. Lyngnes .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 221

BUCHBESPRECHUNGEN .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. .. 225


Diesem Heft liegt ein Spezialprospekt des Verlages Paul Parey bei.

---

*Schriftleitung:* Alle Einsendungen sind mit dem ausdrücklichen Vermerk „Für Zeitschrift für angewandte Entomologie" ausschließlich an Prof. Dr. W. Zwölfer, München 13, Amalienstr. 52, Gartengeb., zu richten.

*Manuskripte:* Die Zeitschrift veröffentlicht Originalabhandlungen, kleine Mitteilungen und Buchbesprechungen. Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Tabellen und Abbildungen wird gebeten, auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Abhandlung ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in deutscher und, wenn möglich, englischer Sprache anzufügen. Die Titel zitierter Zeitschriften sind nach den internationalen Regeln zu kürzen. Für Manuskripte, die einen Umfang von 50 Seiten übersteigen, bittet der Herausgeber, vor Absendung mit ihm Fühlung aufzunehmen.
Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu schreiben und Sperrungen möglichst zu vermeiden. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen, die bereits erfolgten Veröffentlichungen entnommen werden sollen, ist eine genaue Quellenangabe erforderlich.
Mit der Übergabe des Manuskriptes überträgt der Verfasser dem Verlag Paul Parey das Recht, die Herstellung von photomechanischen Vervielfältigungen in gewerblichen Unternehmen zum innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 zu genehmigen.

*Honorierung:* Das Mitarbeiterhonorar beträgt DM 40,– je Druckbogen von 16 Seiten. Mehr als drei Druckbogen je Beitrag werden nicht honoriert. Der von Abbildungen und Tabellen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen und Buchbesprechungen sind honorarfrei.

*Sonderdrucke:* Die Verfasser von Originalarbeiten erhalten von ihrem Beitrag nach Druckbeendigung auf Wunsch unberechnet 20 Sonderdrucke, die Verfasser von Doktor-Arbeiten 50 Sonderdrucke. Mehrbedarf kann gegen Berechnung angefertigt werden, jedoch nur, wenn die Bestellung unmittelbar mit der Rücksendung der Fahnenkorrektur, spätestens der 1. Umbruchkorrektur, bei der Schriftleitung aufgegeben worden ist.


*Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der photomechanischen Wiedergabe,* sind vorbehalten. Gewerblichen Unternehmen wird jedoch die Anfertigung einer photomechanischen Vervielfältigung von Beiträgen oder Beitragsteilen für den innerbetrieblichen Gebrauch durch Photokopie, Mikrokopie und dergleichen nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens vom 14. 6. 1958 gegen Bezahlung der dort vorgesehenen Gebühr bis zu drei Exemplaren gestattet. Die Vervielfältigungen haben einen Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu tragen, und die in dem Rahmenabkommen vorgesehene Gebühr ist an die Inkassostelle für Photokopiergebühren beim Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V., Frankfurt/Main, Gr. Hirschgraben 17/19, zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Inkassostelle, so ist für jedes Photokopierblatt eine Marke im Betrag von DM 30,– zu verwenden.


*Erscheinungsweise und Bezugspreis:* Die Zeitschrift erscheint in zwangloser Folge im Umfang von ungefähr 7 Druckbogen je Heft. Jährlich erscheinen etwa 6 bis 8 Hefte, von denen 4 jeweils einen Band bilden. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes und verlängert sich jeweils stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Heftes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Die Hefte werden einzeln berechnet. Der Preis beträgt je Druckbogen etwa DM 4,–. Der Preis der Hefte außerhalb des Abonnements ist jeweils um 10 % teurer.
Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder beim Verlag Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstr. 12, bestellt werden.

---


© Paul Parey, Hamburg u. Berlin 1959 · Printed in Germany by Westholst. Verlagsdr. Boyens & Co., Heide/Holstein

*Z. ang. Ent. Bd. 44 (1959) H. 2, S. 115–226*

Abonnementspreis dieses Heftes DM 28,50 Einzelpreis DM 31,35

*Aus dem Institut für angewandte Zoologie, München*

# Der Einfluß der Temperatur auf Stoffwechsel und Eiproduktion von Lepidopteren

(*Lymantria monacha* L., *Panolis flammea* Schiff., *Bupalus piniarius* L., *Achroia grisella* Fabr., *Galleria mellonella* L.)

Von Hubert Oldiges

## A. Einleitung

Der tiefgehende Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf fast alle Lebensvorgänge, der besonders bei poikilothermen Organismen auffällig in Erscheinung tritt, hat seit langem die Forschung in besonderem Maß beschäftigt. Daß er einer messenden, experimentellen Behandlung verhältnismäßig leicht zugänglich ist, dürfte viel dazu beigetragen haben. Besonders im entomologischen Bereich hat er Beachtung gefunden im Zusammenhang mit Problemen des Massenwechsels der Insekten, die ein Kernstück der *angewandten* Entomologie bilden. Die hierauf bezüglichen experimentellen Untersuchungen, die bislang vorliegen, haben zur Aufhellung der Erscheinung des Massenwechsels schädlicher Insekten in seiner Abhängigkeit von klimatischen Faktoren manches beigetragen. Wenn auch experimentelle Laboratoriumsbefunde unter konstanten Temperatur- und Feuchteverhältnissen nicht ohne weiteres auf Freilandbedingungen übertragbar sind – es sei hier nur an die starken Schwankungen beider Faktoren und die erheblichen örtlichen Abwandlungen des „Kleinklimas" (vgl. Geiger 1950) im Freien erinnert –, so erscheinen sie doch geeignet, gewisse Grundfragen des Massenwechsels der Insektenschädlinge zu klären.

Zu solchen Grundproblemen gehört der Temperatur- und Luftfeuchtigkeitseinfluß auf Ei- bzw. Nachkommenproduktion der Insekten, die – was keiner weiteren Begründung bedarf – für ihre Bevölkerungsbewegungen erhebliche Bedeutung besitzen kann.

Bei allen jenen Arten, die im Imaginalstadium keine Nahrung aufnehmen, also keinen sogenannten Reifungsfraß aufweisen, müssen die in den Praeimaginalstadien gespeicherten Reservestoffe das Ausgangsmaterial für die Eierzeugung liefern. Die Menge verfügbarer Reservestoffe wiederum ist abhängig von der Nahrungsresorption der Praeimaginalstufen, aus der ihr Betriebs- und ihr Baustoffwechsel gedeckt wird. Die Frage nach einer Temperaturabhängigkeit der Eiproduktion bei Insekten ohne imaginalen Reifungsfraß läuft somit parallel zu jener nach einer Temperaturabhängigkeit der Nahrungsresorption ihrer Larvenstadien. Sie bildet das Grundthema der vorliegenden Untersuchung.

Daß neben den 3 forstlichen Großschädlingen, der Nonne (*Lymantria monacha* L.), der Kieferneule (*Panolis flammea* Schiff.) und dem Kiefern-

spanner (*Bupalus piniarius* L.), auch die große und kleine Wachsmotte (*Galleria mellonella* L. und *Achroia grisella* Fabr.) zu den Versuchen herangezogen wurden, geschah einerseits mit der Absicht, die Ergebnisse auf eine breite Grundlage aufzubauen. Andererseits gaben die beiden Wachsmotten auch während der versuchstechnisch ungünstigen Wintermonate ein brauchbares Versuchsmaterial ab, das laufend zur Verfügung stand.

(Daß bei Insektenarten *mit* imaginaler Nahrungsaufnahme auch die Temperatureinwirkung während der Imaginalzeit die Nachkommenproduktion beeinflussen kann, hatte SCHULZE (1926) für die Chalcidide *Trichogramma evanescens* Westw. gezeigt.)

Neben der Nahrungsresorption (und zu ihrer quantitativen Ermittlung) wurden auch aufgenommene Nahrungsmenge, abgeschiedener Kot, Puppengewichte und Eiproduktion in ihrer Temperaturbeziehung studiert. Ebenso wurde die Nahrungsausnutzung („Stoffwechselquotient") in dieser Richtung geprüft, erwies sich aber – wie hier vorweggenommen sei – als bedeutungslos für die zur Diskussion stehende Grundfrage.

Auch die mechanische Aufschließung der aufgenommenen Nahrung durch die Versuchstiere fand im Verlauf der Arbeiten – zum mindesten bei den 3 Forstinsekten – Berücksichtigung. Sie spielt bei Blatt- und Pollenfressern insofern eine Rolle, als bei diesen bislang kein Zellulose angreifendes Verdauungsenzym („Zellulase") nachgewiesen werden konnte (WIGGLESWORTH 1950, v. BUDDENBROCK 1956). Nur HERING (1926) erwähnt als einzige bislang bekanntgewordene Ausnahme die Miniermotte *Cemiostoma.* Zellmaterial, dessen Zellulosewandung beim Kauakt nicht mechanisch beschädigt wurde, wird daher im Raupendarm nur unvollkommen (und höchstens durch Diffusion) genutzt. Der vergleichsweise hohe Nahrungsbedarf blatt- und nadelfressender Insekten hängt hiermit zusammen.

Für die Anregung zu diesen Untersuchungen, sowie für die Unterstützung, die mir in zahlreichen Hinweisen und Ratschlägen zukam, danke ich dem Leiter des Institutes für angewandte Zoologie, Herrn Prof. Dr. W. ZWÖLFER.

## B. Historisches

Die Nahrungsausnutzung der Insekten ohne Berücksichtigung der Temperatur untersuchten erstmals KELLNER (1884) und seine Schüler am Seidenspinner *Bombyx mori* L. PELIGOT (1913) stellte am gleichen Versuchstier fest, daß nur $^1/_6$ der gefressenen Blattmenge resorbiert wird. LAMBERT (1891) (zitiert nach BACHMETJEW 1907) vermutet, „daß der Koeffizient der Nährkraft des Blattes mit seinem Alter abnimmt (offenbar infolge der Zunahme des Gehaltes der mineralen Substanzen in demselben)". Auch JORDAN (1913) nimmt an, daß die verminderte Resorption mit dem Älterwerden der Blätter zusammenhängt, denn in seinen Zuchten nützten Seidenspinnerraupen des letzten Stadiums nur 33,44 % des Trockenverzehrs aus. SCHWERDTFEGER (1930) wies in seinen Untersuchungen über den Kiefernspanner *(Bupalus piniarius* L.) nach, daß der Stoffwechselquotient, gebildet aus verzehrter Nahrungsmenge und abgegebener Kotmenge, mit zunehmender Raupengröße abnimmt. LEBEDEV u. SAVENKOV (1933) zeigten beim Kiefernspinner *(Dendrolimus pini* L.), daß hier der Stoffwechselquotient während des Raupenlebens ungefähr gleich bleibt. Nahrungsmenge und Fraßtätigkeit der Nonnenraupen wurden näherungsweise von ESCHERICH (1912), KALANDADZE (1927), MORS (1942 a) und GÄBLER (1941) bestimmt. SATTLER (1939) befaßte sich neben dem Nahrungsverbrauch auch mit der Nahrungsresorption von Nonnenraupen an verschiedenen Fraßpflanzen bei unterschiedlichen Temperaturen. Er kam zu dem Ergebnis, daß bei höheren Temperaturen eine größere Nahrungsmenge resorbiert und für den Baustoffwechsel benützt wird, während bei niederen Temperaturen der Betriebsstoffwechsel den größten Teil der resorbierten Nahrung aufbraucht.

Diese von SATTLER (1939) ermittelten Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denjenigen TITSCHACKS (1925) an Kleidermotten. Er erzielte bei niederen Temperaturen schwerere Falter als bei höheren. ZWÖLFER (1934) weist auf Grund seiner Studien an der Nonne darauf hin, daß die an einer bestimmten Art gewonnenen Ergebnisse nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen. Nach ihm zeigte bereits STANDFUSS (1896), daß es Arten gibt, die durch höhere, andere, die durch niederere Temperaturen in ihrem Wachstum gefördert werden. So führen z. B. hochsommerliche Temperaturen im Juli zu schwereren Nonnenpuppen. Tieferere Herbsttemperaturen begünstigen den Kiefernspanner. KOZHANTSCHIKOW (1934) gibt ebenfalls wertvolle Angaben über die Einwirkung der Temperatur auf die Ernährung der Insekten, während zusammenfassende Darstellungen über den Temperatureinfluß bei SHELFORD (1929), UVAROV (1931), ALLEE, EMERSON, PARK O., PARK, TH. u. SCHMIDT (1950) und PRECHT, CHRISTOPHERSEN, HENSEL (1955) zu finden sind.

Zusammenfassend ist aus den bislang vorliegenden Untersuchungen zu entnehmen, daß die Nahrungsausnutzung von unterschiedlichen Faktoren abhängig ist. Die primäre Beeinflussung geht von der Temperatur aus. (Die einzelnen Arten stellen in dieser Hinsicht unterschiedliche Anforderungen.) Weiter wirkt die Beschaffenheit des Nahrungssubstrates und das Alter der Versuchstiere auf die Nahrungsausnutzung ein.

## C. Untersuchungen an der Nonne

### Material und Methode

Das Ausgangsmaterial zu diesen Untersuchungen stammte aus dem Ebersberger Park, in dem von 1953 bis 1955 eine Massenvermehrung der Nonne ablief (ZWÖLFER u. POSTNER 1954). Mitte April 1954 wurde im Freiland überwintertes Eimaterial in einem Gebiet eingesammelt, das bei der herbstlichen Puppenhülsensuche einen Befall von 10 und mehr gesunden weiblichen Puppen je Stamm aufwies. Eine im Juli 1953 vorgenommene Wägung weiblicher Puppen aus diesen Bezirken ergab ein vergleichsweise hohes Puppengewicht von durchschnittlich 440 mg. Die Gewinnung physiologisch einwandfreien und gesunden Versuchsmaterials war somit gewährleistet und fand Bestätigung durch das Ausbleiben von Krankheiten nicht nur unter den Versuchstieren, sondern auch im Freiland während der Fraßperiode 1954.

Als Zuchtgefäße fanden Schalenhygrostaten Verwendung, die zur Regulierung der Luftfeuchtigkeit mit angefeuchteten Salzen beschickt waren und auf rel. Luftfeuchtigkeitswerte von 72 % bis 77 % eingestellt waren (ZWÖLFER 1933). Sie bewährten sich bei diesen und allen folgenden Untersuchungen bei sachgerechter Handhabung gut.

Zur Temperaturregelung diente ein „Münchener Brückenthermostat" (ZWÖLFER 1933), dessen Aufstellung in einem Nordzimmer des Institutes sich als vorteilhaft erwies. Die geringe Schwankung der Raumtemperatur übertrug sich auf die mittleren Temperaturstufen überhaupt nicht, lediglich die beiden Extremtemperaturen wurden während der Versuchsdauer etwas beeinflußt. Hier lag die Temperaturabweichung aber in keinem Fall über $\pm 1^0$ C.

Das bei den Nonnenversuchen verwendete Futter stammte aus dem Perlacher Forst südlich von München, dessen Bestände ebenso auf Schotterboden stocken wie die des Ebersberger Parkes. Für die benötigten Futtermengen während der Dauer der Versuche, zur Aufzucht der Jungraupen und Unterhaltung der Ersatzzuchten wurde eine früh austreibende Fichte (sog. „Frühtreiber") ausgewählt. Da bekanntlich die Jungraupen der Nonne nur frische Maitriebe annehmen, erfolgte dies mit Rücksicht auf den unter Laborbedingungen relativ frühen Schlüpftermin der Eier. Auch wurde ein Wechsel der

Futterpflanze unterlassen im Hinblick auf die unterschiedliche Beschaffenheit der Nadeln frühtreibender und spättreibender Fichten (MITSCHERLICH und WELLENSTEIN 1942).

Zur Erhaltung der vollen Turgeszenz des Futters wurden die Zweige während der Versuchsdauer in kleine wassergefüllte Glasröhrchen gesteckt. Während der gesamten Versuchsdauer erfolgte regelmäßig um 16 Uhr ein täglicher Futterwechsel. Hier und in den folgenden Kapiteln ist darunter eine vollständige Entfernung des nicht verbrauchten Futters, der Futterreste und des Kotes zu verstehen. Bei den Laboruntersuchungen BERWIGS (1931) ergaben sich für die Nonne als Hauptfraßzeit die Stunden zwischen 16 Uhr bis 24 Uhr. Der gleiche Autor ermittelte die Darmzeit mit 4 Stunden. Nach diesen Untersuchungen durfte angenommen werden, daß sich zur Zeit des Futterwechsels nur noch geringe Kotmengen im Raupendarm befanden und die erforderliche völlige Darmentleerung eingetreten war. Die verbleibende geringfügige Fehlerquelle dürfte durch die strenge Einhaltung des Zeitpunktes der täglichen Futtererneuerung weitgehend ausgeschaltet worden sein. SATTLER (1939) ging bei ähnlichen Versuchen von den gleichen Gesichtspunkten aus.

Der Futterauswahl mußte besondere Sorgfalt gewidmet werden, da bei der gewählten Methodik – Auswertung der Ergebnisse durch Trockengewichtsbestimmungen – bedeutende Fehler auftreten können. Es durften also nur Futterstücke eingewogen werden, die unter sich weitgehend übereinstimmten, d. h. aus gleichen Anteilen von Maitriebnadeln, Altnadeln und Holzteil bestanden. Nur so ließ sich eine allzu große Variationsbreite des Wassergehaltes der Futtermengen vermeiden. Die einzelnen Versuchsreihen wurden indirekt in folgender Weise ausgewertet:

Für jede Versuchsreihe sind zunächst für jeden Einzelversuch gleiche Futtermengen, unter Berücksichtigung der oben gestellten Forderungen, eingewogen worden. Ein zusätzlich mehr bestimmtes Futterstück diente als „Bezugsfutterstück". Von ihm war anzunehmen, daß sein Trockengewicht gleich dem der übrigen Futterstücke ist. Durch Subtraktion des Trockengewichtes der Futterreste vom Trockengewicht des Bezugsstückes ergab sich das Trockengewicht der verzehrten Nahrungsmenge. Ebenso ermöglicht die Bildung der Differenz der Trockengewichte aus verzehrter Nahrungsmenge und abgegebener Kotmenge die Feststellung der resorbierten Nahrungsmenge.

Die Untersuchungen SCHWERDTFEGERS (1930) am Kiefernspanner ergaben, daß der Stoffwechselquotient einen brauchbaren Ausdruck für die Nahrungsausnutzung darstellt. Wird der Stoffwechselquotient kleiner, so vergrößert sich die Menge der unverdauten Nahrung, die den Raupendarm verläßt. Die Nahrungsausnutzung wird geringer und verschlechtert sich damit.

Zum Einwiegen des Futters und zur späteren Ermittlung der Trockengewichte diente eine Torsionswaage, die ein schnelles und hinreichend genaues Wiegen bis auf 1 mg ermöglichte. Die Forderung einer schnellen Gewichtsbestimmung der Trockensubstanzen mußte auf Grund ihrer stark hygroskopischen Natur gestellt werden. Die in Glasröhrchen aufbewahrten Futterreste und Kotmengen wurden bei 101° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

Alle Versuche liefen in 4 verschiedenen Temperaturstufen, in je 4facher Wiederholung. Um einen schädigenden Einfluß durch beengten Lebensraum

auszuschließen – auf diesen Faktor wurde von HOFMANN (1934) hingewiesen –, waren in den Hygrostatenschalen nur je 10 Raupen untergebracht. Ausfälle unter den Versuchstieren konnten durch Unterhaltung von Ersatzzuchten in jeder Temperaturstufe sofort und mit gleichwertigen Tieren ausgeglichen werden. Um das mühevolle Aussuchen der Altersstadien zu vereinfachen, war jede Raupe auf der Kopfkapsel mit einem dem Raupenstadium entsprechend gewählten Schellackfarbfleck gekennzeichnet. Dadurch konnten auch vollzogene Häutungen einwandfrei und sofort erkannt werden.

Die zuerst geplante Einbeziehung der Eiraupe und des L-2-Stadiums in diese Untersuchungen war aus verschiedenen Gründen nicht möglich: Einerseits führte der tägliche Futterwechsel und die damit verbundene Berührung zu einer überdurchschnittlichen Sterblichkeit der empfindlichen Jungraupen. Weiterhin konnte der staubfeine Kot dieser Stadien nicht restlos gewonnen werden, da er teilweise durch die mit Glasbatist nach unten abgeschlossenen Hygrostatenschalen sickerte und sich in den feuchten Salzen sofort auflöste. Zum Scheitern dieses Teiles der Versuche trug ferner die an sich geringe und oft im Fehlerbereich liegenden Menge des täglich verzehrten Futters und des abgegebenen Kotes bei.

Die Ergebnisse an Nonnenraupen wurden in 594 Einzelversuchen mit insgesamt 640 Versuchstieren erzielt. Sie wurden unter Anlehnung an die einschlägigen Arbeiten von PÜTTER (1929), JUST (1935), PÄTAU (1934) und GEBELEIN u. HEITE (1951) variationsstatistisch ausgewertet. Maßgebend zur Beurteilung zweier Verteilungen war die Größe p (Probabilität nach PÄTAU 1943). Für $p < 0{,}0027$ liegt statistisch sichere Heterogenität vor, bei $p > 0{,}0027$ ist ein Unterschied beider Beobachtungsreihen statistisch gesehen unwahrscheinlich.

## Versuchsergebnisse

Die Untersuchungen an der Nonne liefen in den Temperaturstufen 16° C, 20° C, 24,5° C und 29° C. Zur Konstanterhaltung der Luftfeuchtigkeit diente Kochsalz (NaCl puriss. cryst.), was in dem verwendeten Temperaturbereich die rel. Luftfeuchtigkeit auf der Höhe von 77 % bis 72 % hält. Nach den experimentell-ökologischen Studien ZWÖLFERS (1934) an der Nonne ist in diesem Bereich die geringste Sterblichkeit unter den hier verwendeten Raupenstadien zu erwarten.

Zur Erläuterung der oben geschilderten Methode und zum besseren Verständnis der zu besprechenden Versuchsergebnisse sei der Ablauf eines Versuchsganges und seine Auswertung an einem Larvenstadium ausführlich dargestellt: Um auf die Wiedergabe langer Tabellen verzichten zu können, möge als Beispiel das 4. Raupenstadium bei einer Temperatur von 24,5° C und seiner hier vergleichsweise kurzen Entwicklungszeit von 4 bis 6 Tagen gewählt werden. Auf „Außenseiter" – darunter sind hier Tiere zu verstehen, die sich dem normalen Entwicklungszyklus nicht einpassen – ist bei der Wahl des Zeitpunktes, der zum Abbruch des Versuchsganges herangezogen wurde, keine Rücksicht genommen worden. So hätten in dem näher geschilderten Versuch 2 Raupen der 4. Beobachtungsreihe noch einen 7. Tag bis zur Häutung gebraucht. Derartige individuelle Unterschiede treten auch bei Freilandpopulationen auf, können aber bei Betrachtung des durchschnittlichen Verhaltens einer Gesamtpopulation unberücksichtigt bleiben. (In solchen Fällen

*Tabelle 1*

**Änderung der täglichen Nahrungsresorption im Verlauf einer Entwicklungsstufe (L 4 bei 24,5° C)**

Dem 1. Versuchstag geht jeweils eine Häutung in den letzten 24 Stunden voraus. Jede Beobachtungsreihe wird mit 10 Raupen durchgeführt

| | A Trockengewicht der verzehrten Nahrungsmenge | B Trockengewicht der abgegebenen Kotmenge | C Trockengewicht der resorbierten Nahrungsmenge = A—B | D Stoffwechsel-quotient = $\frac{A}{B}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | *1. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 756 mg | 464 mg | 292 mg | 1,65 |
| 2. Tag | 883 mg | 556 mg | 327 mg | 1,59 |
| 3. Tag | 992 mg | 659 mg | 333 mg | 1,51 |
| 4. Tag | 954 mg | 646 mg | 308 mg | 1,54 |
| 5. Tag | 773 mg | 481 mg | 292 mg | 1,61 |
| | | *2. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 732 mg | 453 mg | 279 mg | 1,62 |
| 2. Tag | 859 mg | 534 mg | 325 mg | 1,61 |
| 3. Tag | 1093 mg | 734 mg | 359 mg | 1,49 |
| 4. Tag | 943 mg | 621 mg | 322 mg | 1,52 |
| | | *3. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 780 mg | 494 mg | 286 mg | 1,58 |
| 2. Tag | 792 mg | 509 mg | 383 mg | 1,50 |
| 3. Tag | 1054 mg | 704 mg | 350 mg | 1,50 |
| 4. Tag | 883 mg | 578 mg | 305 mg | 1,53 |
| 5. Tag | 864 mg | 557 mg | 307 mg | 1,55 |
| | | *4. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 708 mg | 446 mg | 262 mg | 1,59 |
| 2. Tag | 878 mg | 566 mg | 312 mg | 1,55 |
| 3. Tag | 883 mg | 592 mg | 291 mg | 1,49 |
| 4. Tag | 1064 mg | 711 mg | 353 mg | 1,50 |
| 5. Tag | 865 mg | 561 mg | 304 mg | 1,54 |
| 6. Tag | 824 mg | 529 mg | 295 mg | 1,56 |
| | | Mittelwert und Streuung: | | |
| | Trockengewicht der täglich verzehrten Nahrungsmenge | | 879 ± 105 mg | |
| | Trockengewicht der täglich abgegebenen Kotmenge | | 569 ± 76 mg | |
| | Trockengewicht der täglich resorbierten Nahrungsmenge | | 310 ± 21 mg | |
| | Stoffwechselquotient | | 1,55 ± 0,03 | |

dürfte die physiologische Konstitution der Tiere – sei es durch die Vorbehandlung des Materials, sei es durch natürliche Faktoren – irgendwie geschwächt sein. Diese Annahme fand zum Teil ihre Bestätigung durch die getrennte Weiterzucht einiger dieser Raupen. In der Regel starben sie schon im nächsten Raupenstadium ab oder ergaben auffallend leichte Puppen bzw. verkrüppelte oder sterile Falter.)

Bei rechnerischer Auswertung der Tabelle 1 zeigen sich folgende Ergebnisse: Der Mittelwert der täglich verzehrten Nahrungsmenge von 10 Raupen beträgt 879 ± 105 mg. Die tägliche Kotabgabe errechnet sich mit 569 ± 76 mg. Es resorbierten demnach je 10 Raupen 310 ± 21 mg der verzehrten Nahrung. Der Stoffwechselquotient hat den Wert 1,55 ± 0,03; der Prozentsatz der ausgenutzten Nahrung beträgt 35 %. 65 % der aufgenommenen Nahrungs-

menge verläßt demnach in diesem Stadium unter den angegebenen Bedingungen ungenutzt den Raupendarm. Betrachtet man die einzelnen Versuchstage für sich, so erfährt das Gesamtbild eine leichte Verschiebung. Am 1. Versuchstag – also spätestens 24 Stunden nach vorhergegangener Häutung – wird die im Durchschnitt der Gesamtdauer des Stadiums 4 aufgenommene Nahrungsmenge nicht erreicht. Zum gleichen Ergebnis kommt man bei der Betrachtung des Kotgewichtes und der resorbierten Nahrungsmenge. Anders verhält es sich mit dem Stoffwechselquotienten: Er liegt *über* dem Durchschnitt und zeigt somit an, daß die Nahrungsausnützung zu Beginn des L-4-Stadiums (also unmittelbar nach der Häutung) überdurchschnittlich ist. Mit zunehmender Versuchsdauer nähern sich die Werte für die aufgenommene und resorbierte Nahrung und für die abgegebene Kotmenge den Durchschnittswerten, um diese dann zu übertreffen und schließlich bei Versuchsende wieder unter den Durchschnitt abzusinken. Der Stoffwechselquotient, der, wie oben gezeigt, zunächst über dem Durchschnitt liegt, verringert sich mit zunehmender Fütterungsdauer, um gegen das Ende des Entwicklungsstadiums erneut anzusteigen. Hieraus folgt, daß *mit gesteigerter Fraßtätigkeit die Nahrungsausnutzung* absinkt. Auf diese Erscheinung wird später nochmals zurückgekommen.

## L 3

Bei der Betrachtung der Tabelle 2 fällt auf, daß im 3. Raupenstadium die verzehrte Nahrungsmenge mit steigender Temperatur erheblich zunimmt, um in der 24,5° C-Stufe einen Höhepunkt zu erreichen. Die nächsthöhere Temperaturstufe von 29° C ist durch einen Rückgang der Nahrungsaufnahme gekennzeichnet.

*Tabelle 2*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 3 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 125 ± 24 mg | 71 ± 24 mg | 54 ± 14 mg | 1,76 |
| 20° | 193 ± 49 mg | 112 ± 37 mg | 81 ± 13 mg | 1,72 |
| 24,5° | 435 ± 82 mg | 259 ± 52 mg | 176 ± 19 mg | 1,68 |
| 29° | 243 ± 58 mg | 152 ± 48 mg | 91 ± 17 mg | 1,61 |

Die aufgenommene Nadelmenge zeigt eindeutig mit steigender Temperatur einen Anstieg bis zu einem gewissen Höchstmaß, das nach den Versuchsergebnissen zwischen 24,5° und 29° C liegen muß. Die von 10 Raupen täglich abgegebene Kotmenge und die Nahrungsresorption zeigen in den einzelnen Temperaturstufen im übrigen den gleichen Verlauf, welcher durch ein anfängliches Ansteigen und späteres Absinken charakterisiert ist. Nur der Stoffwechselquotient verringert sich bis zur höchsten Temperaturstufe fortlaufend, zeigt also nicht die bei den vorher behandelten Größen aufgezeigte Tendenz. Die ständige Abnahme des Stoffwechselquotienten führt zu einer Verringerung des Prozentsatzes der Nahrungsausnutzung von 43 % auf 38 %.

Die aufgezeigten Durchschnittswerte beziehen sich nur auf den täglichen Ablauf der Vorgänge. Bekanntlich ändert sich aber mit der Temperatur die

Entwicklungsdauer. Wenn dieser Umstand mit in Rechnung gesetzt wird, so verschieben sich die Verhältnisse wie sie in Tabelle 3 dargestellt sind.

Es fällt besonders die 20°-Stufe auf, die gegenüber den anderen Temperaturstufen die geringste verzehrte Nahrungsmenge und die geringste Kotmenge aufweist. Die Nahrungsresorption ist im Gegensatz dazu in der höchsten Temperaturstufe am geringsten.

*Tabelle 3*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 3-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage[1] |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 5000 mg | 2840 mg | 2160 mg | 40 |
| 20° | 4439 mg | 2576 mg | 1863 mg | 23 |
| 24,5° | 7395 mg | 4403 mg | 2292 mg | 17 |
| 29° | 4617 mg | 2888 mg | 1729 mg | 19 |

[1] Diese Spalte gibt die Summe der Versuchstage aus den 4 Beobachtungsreihen wieder

Solche Zusammenhänge konnten aber nur bei dem 3. Raupenstadium festgestellt werden, worauf hier vorwegnehmend hingewiesen sei. (Vielleicht ist ursächlich ein methodischer Fehler mit diesen Ergebnissen in Zusammenhang zu bringen.)

## L 4

Die mitgeteilten, in 125 Einzelversuchen ermittelten Ergebnisse über das 4. Raupenstadium lassen eine wesentliche Zunahme der untersuchten Funktionen im Vergleich zu L 3 erkennen. Tabelle 4 zeigt die an je 10 Raupen in den Temperaturstufen 16° bis 29° C gewonnenen *täglichen* Durchschnittswerte.

*Tabelle 4*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 4 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 308 ± 53 mg | 191 ± 49 mg | 117 ± 19 mg | 1,61 |
| 20° | 549 ± 62 mg | 345 ± 67 mg | 204 ± 18 mg | 1,59 |
| 24,5° | 879 ± 105 mg | 569 ± 76 mg | 310 ± 21 mg | 1,55 |
| 29° | 720 ± 93 mg | 482 ± 65 mg | 238 ± 17 mg | 1,49 |

Bis zur 24,5°-Stufe steigt der Nahrungsverbrauch, die Kotabgabe und die resorbierte Nahrungsmenge, um sich wiederum in der höchsten Temperaturstufe erheblich zu verringern. Diese Umkehrung ist beim Stoffwechselquotienten nicht zu beobachten: Er nimmt fortlaufend bis zur höchsten Temperaturstufe ab, d. h. der Prozentsatz der Nahrungsausnutzung verringert sich mit steigender Temperatur von 38 % auf 32 % der aufgenommenen Nahrungsmenge.

Bei Berücksichtigung der Entwicklungszeit für die untersuchten Temperaturbereiche ergeben sich die in Tabelle 5 wiedergegebenen Werte.

*Tabelle 5*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 4-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 15 708 mg | 9 741 mg | 5967 mg | 51 |
| 20° | 18 017 mg | 11 385 mg | 6732 mg | 33 |
| 24,5° | 17 580 mg | 11 380 mg | 6200 mg | 20 |
| 29° | 14 400 mg | 9 640 mg | 4760 mg | 20 |

Bis zur Temperatur von 20° C steigt die verzehrte Nahrungsmenge an, ebenso die abgegebene Kotmenge, um bei 29° C unter den Wert von 16° C abzusinken. Die bei 20° C gehaltenen Raupen resorbieren ebenfalls von der verzehrten Nahrung mengenmäßig am meisten.

## L 5

Die mit dem 5. Raupenstadium erzielten Ergebnisse gewinnen besondere Bedeutung im Hinblick auf die Untersuchungen über Puppengewichte und Eizahlen. Bekanntlich nimmt die Nonne im Imaginalstadium keine Nahrung auf. Aus diesem Grunde müssen die Umweltfaktoren der letzten Raupenstadien, soweit sie die Nahrungsresorption und damit die Bildung von Reservestoffen beeinflussen, für die spätere Eiproduktion von entscheidender Bedeutung sein. Tabelle 6 zeigt die im *täglichen* Durchschnitt gewonnenen Werte:

*Tabelle 6*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 5 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 526 ± 61 mg | 333 ± 53 mg | 193 ± 18 mg | 1,58 |
| 20° | 1369 ± 117 mg | 910 ± 67 mg | 459 ± 28 mg | 1,51 |
| 24,5° | 1635 ± 153 mg | 1112 ± 94 mg | 523 ± 34 mg | 1,47 |
| 29° | 1523 ± 139 mg | 987 ± 84 mg | 436 ± 26 mg | 1,44 |

Der für L 3 und L 4 festgestellte Anstieg der Fraß-, Kot- und resorbierten täglichen Nahrungsmenge läßt sich auch hier bis zur Temperatur von 24,5° C nachweisen. In der höchsten Temperaturstufe stellt sich wieder ein Rückgang der Werte ein. Nur der Stoffwechselquotient sinkt bis zur höchsten Temperatur und zeigt eine Verringerung der Nahrungsausnutzung von 37 % auf 30 %.

Werden die verschiedenen Entwicklungszeiten mit berücksichtigt, so ergeben sich für die Temperaturstufe von 20° C die höchsten Werte, für die von 29° C die niedersten. In Tabelle 7 sind die in 164 Einzelversuchen gewonnenen Daten zusammengefaßt.

Die 160 Versuchstiere dieser Beobachtungsreihe lieferten 67 Puppen, davon 64 männliche und 3 weibliche Puppen. Dies Ergebnis war zu erwarten, da bekanntlich die männlichen Falter im allgemeinen nur 5 Raupenstadien durchlaufen, die weiblichen Nonnen aber zu ihrer Entwicklung 6, unter un-

*Tabelle 7*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 5-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 36 294 mg | 22 977 mg | 13 317 mg | 69 |
| 20° | 56 129 mg | 37 310 mg | 18 819 mg | 41 |
| 24,5° | 47 415 mg | 32 248 mg | 15 167 mg | 29 |
| 29° | 35 575 mg | 24 675 mg | 10 900 mg | 25 |

günstigen Verhältnissen auch 7 Stadien benötigen. In der oben besprochenen Versuchsreihe darf somit ein Überwiegen der weiblichen Raupen angenommen werden. Von den 67 Puppen entstammten 23 Männchen und 1 Weibchen der Zucht bei 16° C, 8 Männchen der bei 20° C, 19 Männchen der bei 24,5° C und 14 männliche Puppen und 2 weibliche Puppen der bei 29° C. Die 2 weiblichen Puppen der letztgenannten Temperaturstufen lieferten keine Falter. Sie starben während der Puppenruhe ab.

## L 6

Beim 6. Raupenstadium handelt es sich um eine überwiegend aus weiblichen Raupen zusammengesetzte Population. Die einheitliche Auswertung dieser Versuche wurde infolge der kürzeren Entwicklungsdauer der wenigen männlichen Raupen erschwert. Schon Zwölfer (1935) fand bei seinen Untersuchungen an der Nonne bei niederen Temperaturen eine merkliche Verkürzung der Entwicklungsdauer männlicher Raupen gegenüber weiblichen. Ähnliche Verhältnisse scheinen auch bei höheren Temperaturen vorzuliegen. Die folgenden Ergebnisse dürfen daher nur mit Vorbehalt mit jenen der anderen Raupenstadien verglichen werden, da die Voraussetzung einheitlichen Versuchsmaterials nicht erfüllt war.

Tabelle 8 enthält die Durchschnittswerte, wie sie bei je 10 Raupen ermittelt wurden.

*Tabelle 8*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 6 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 792 ± 82 mg | 579 ± 69 mg | 213 ± 21 mg | 1,37 |
| 20° | 1451 ± 148 mg | 1039 ± 83 mg | 412 ± 27 mg | 1,39 |
| 24,5° | 1774 ± 184 mg | 1279 ± 101 mg | 495 ± 31 mg | 1,39 |
| 29° | 1308 ± 141 mg | 950 ± 92 mg | 385 ± 23 mg | 1,38 |

Was die verzehrte Nahrungsmenge und die abgegebene Kotmenge anbetrifft, so ist wiederum mit Ausnahme der Versuchsreihe bei 29° C eine Steigerung gegenüber L 5 festzustellen. Der Anteil der resorbierten Nahrung erfährt aber nur bei einer Temperatur von 16° eine Zunahme. In den übrigen untersuchten Temperaturstufen bleibt er hinter den Werten von L 5 zurück. Erstmalig zeigt der Stoffwechselquotient mit steigenden Temperaturen keine

Verringerung. Er bewegt sich für L 6 unabhängig von der Temperatur annähernd in derselben Größenordnung.

Sowohl bei 16° C wie auch bei 29° C kamen verschiedene Raupen zur Notverpuppung, so daß bei Versuchsende insgesamt nur 123 gesunde Puppen aus L 6 vorlagen, die sich wie folgt auf die einzelnen Temperaturstufen verteilten:

bei 16° C: 28 Puppen (26 Weibchen und 2 Männchen)
20° C: 37 Puppen (34 Weibchen und 3 Männchen)
24,5° C: 40 Puppen (38 Weibchen und 2 Männchen)
29° C: 18 Puppen (16 Weibchen und 2 Männchen)

Bei Betrachtung des ganzen Entwicklungsstadiums kann eine bedeutende Steigerung der Nahrungsaufnahme und der damit verbundenen Kotabgabe sowie Nahrungsresorption festgestellt werden. Die Ergebnisse aus 226 Einzelversuchen sind in Tabelle 9 dargestellt.

*Tabelle 9*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 6-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 16° | 64 152 mg | 46 899 mg | 17 253 mg | 81 |
| 20° | 82 707 mg | 59 223 mg | 23 484 mg | 57 |
| 24,5° | 74 508 mg | 53 718 mg | 20 790 mg | 42 |
| 29° | 60 168 mg | 43 700 mg | 16 468 mg | 46 |

Während bei 20° C die aufgenommene Nahrungsmenge am größten ist, sinkt sie bei 29° C unter den bei 16° C gefundenen Wert. Die gleichen Verhältnisse liegen bei der Kotabgabe und bei der Nahrungsresorption vor.

Zusammenfassend sind die täglichen Durchschnittswerte für je 10 Raupen in Abb. 1 graphisch dargestellt. Das Diagramm zeigt, daß mit steigender Temperatur die Fraßtätigkeit erheblich anwächst, um nach Erreichung seines Höchstwertes – der in diesem Falle das Maximum der täglich aufgenommenen Nahrungsmenge bedeuten würde – erneut im Bereich der letalen Wärmezone abzusinken. Für die Nonne liegt der Scheitelpunkt der Fraßintensität bei den berücksichtigten Temperaturstufen zwischen 24,5° C und 29° C. Der Umkehrpunkt dürfte im Bereich der hier untersuchten Temperatur von 24,5° C zu suchen sein.

Ein Vergleich mit dem „vitalen Optimum" der Nonnenraupen, worunter Zwölfer (1934) den Bereich geringster Sterblichkeit versteht, zeigt, daß das Maximum der täglichen Resorption mit dem „vitalen Optimum" übereinstimmt. Er liegt, wie ausdrücklich festgestellt ist, nicht im Bereich der kürzesten Entwicklungsdauer (das sog. „Entwicklungsoptimum" von Janisch 1933 u. 1938).

Gleiche Verhältnisse liegen für die abgegebene Kot- und resorbierte Nahrungsmenge vor. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Fraß der Nonnenraupen, ihre Kotabgabe und die Nahrungsresorption mengenmäßig abhängig ist einerseits vom Alter der Raupen, andererseits von der Umgebungstemperatur. Durch diese kann er jeweils abgemindert oder verstärkt werden.

Nur der Stoffwechselquotient – als Ausdruck der Nahrungsausnutzung – verringert sich mit der Temperatursteigerung fortlaufend und zeigt keinen

Umkehrpunkt. Diese Erscheinung ist möglicherweise wie folgt zu deuten: Bekanntlich haben die Epithelzellen des Mitteldarmes bei Insekten eine doppelte Aufgabe zu erfüllen. Neben ihrer sekretorischen Tätigkeit obliegt ihnen die Resorption der verdauten Nahrung. Nicht anzunehmen ist, daß sich die Drüsentätigkeit mit zunehmender Temperatur im vitalen Bereich verringert.

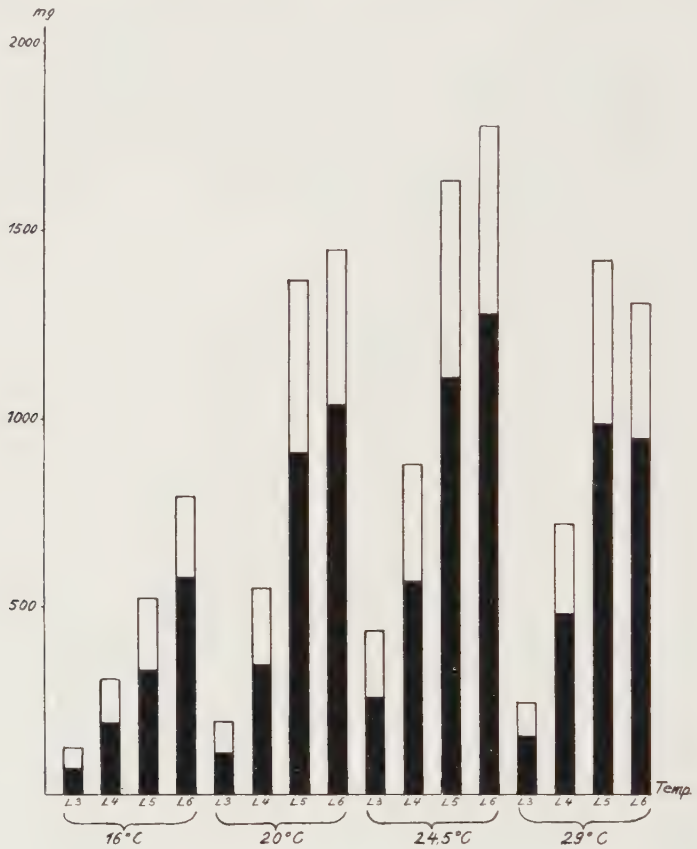



*Abb. 1.* Im täglichen Durchschnitt ermittelten Werte von je 10 Nonnenraupen über die Fraßmenge (ganze Säule), abgegebene Kotmenge (schwarzer Teil) und resorbierte Nahrung (freier Teil der Säule) bei verschiedenen Temperaturen

Dies würde den allgemeinen physiologischen Gesetzmäßigkeiten widersprechen. Wohl besteht die Möglichkeit, daß die Sekretion der Mitteldarmzellen nicht in gleichem Maße zunimmt wie die Fraßtätigkeit. Was schließlich die höchste Temperaturstufe anbetrifft, so könnte hierfür eine Einschränkung in der Absonderung von Verdauungssäften angenommen werden, da diese Wärmegrade sich bereits dem oberen Schwellenwert erträglicher Temperaturen nähern.

Eine andere Erklärung für die Verringerung des Stoffwechselquotienten wäre in der mit steigender Temperatur verkürzten Darmzeit zu suchen, die ein ausreichendes Einwirken der Fermente auf die Gesamtnahrung nicht mehr zuläßt. Dagegen bringt SATTLER (1939) den kleineren Stoffwechsel-

quotienten bei Altraupen in Zusammenhang mit der sich verschlechternden Relation aufgenommener Nahrungsmenge zu verdauender Darmoberfläche.

Da die Zellulose unverdaut den Raupendarm verläßt, ist es auch möglich, daß eine unvollkommenere Aufschließung der Nahrung zur Verringerung der Nahrungsausnutzung beiträgt. Wie mikroskopische Kotuntersuchungen ergaben, kann dieser Umstand bei Raupen ein und derselben Altersstadien unberücksichtigt bleiben. Das Ansteigen des Stoffwechselquotienten zu Anfang und Ende eines Raupenstadiums dürfte mit den zu diesen Zeitpunkten aufgenommenen geringeren Nahrungsmengen und dem oben Dargelegten zu erklären sein. Die mit der Altersstufe zunehmende Verringerung der Nahrungsausnutzung könnte ursächlich auch mit der schlechter werdenden mechanischen Zerkleinerung der Nadeln durch die Mandibeln in Zusammenhang gebracht werden, wie dies u. a. auch von PETERSEN (1913) ganz allgemein für Raupen vermutet wurde. Zahlreiche mikroskopische Untersuchungen von Nonnenraupenkot erwiesen einwandfrei, daß neben den physiologischen auch mechanische Faktoren die geringere Nahrungsausnutzung bewirken: Die härtere Cuticula der Altnadeln einerseits und die Mandibelgröße der Altraupen andererseits. Nach DAUBERSCHMIDT (1934) fehlt den Raupen der Großschmetterlinge ein Kaumagen *(Proventriculus)*, der bei anderen Insektenarten den im Kropf gehäuften Nahrungsbrei durchkaut und filtert, so daß nur entsprechend aufgeschlossene Nahrung in den Mitteldarm übertreten kann. Letztere Folgerung wird dadurch erhärtet, daß der Kot der Altraupen gegenüber dem der Altnadeln fressenden Jungraupen viel größere Nadelstücke aufweist. Von den Jungraupen werden also relativ mehr Zellen des Nahrungssubstrates der Verdauung erschlossen, und es ist daher verständlich, daß $^3/_4$ der von L 6 aufgenommenen Nahrung unverdaut den Raupendarm verläßt. Bei L 3 wurde noch mehr als $^1/_3$ der gefressenen Nahrung resorbiert.

### Puppengewichte und Eizahlen

Die angefallenen Puppen wurden in den gleichen Temperaturstufen belassen, in denen sie sich verpuppt hatten. Lediglich die relative Luftfeuchtigkeit erfuhr eine Erhöhung durch die Versorgung der Hygrostatenschalen mit $KNO_3$ (= 90–92 %). Nach den Untersuchungen ZWÖLFERS (1934) waren bei Puppen unter diesen Feuchtigkeitsbedingungen die geringsten Ausfälle zu erwarten.

Ein Zusammenhang zwischen der während der Raupenzeit herrschenden Temperatur und der späteren Eiproduktion konnte bei der Nonne von ZWÖLFER (1933 u. 1934) und beim Ringelspinner von BEKIR (1935) nachgewiesen werden. Ersterer zeigte erstmalig den Zusammenhang von Puppengewicht und der zu erwartenden Eizahl auf, der sich für prognostische Zwecke als wichtiges Hilfsmittel erwies. (Dieses Verfahren, das auch heute noch prognostisch benutzt wird, wurde später bei den Nonnenprognosen in der Rominter Heide, durch WELLENSTEIN und seine Mitarbeiter abgewandelt, als Puppenvolumen – Eizahlrelation verwendet. MORS [1942 b], STEUDEL [1941] und WELLENSTEIN [1942].)

Neben der Nahrungsmenge kann sich (bei polyphagen Insekten) auch die Art der Fraßpflanze auf die Eiproduktion auswirken, wie dies SATTLER (1939) und MAYER (1940) am Beispiel der Nonne zeigte. KOVAČEVIĆ (1956)

hat neuerdings festgestellt, daß selbst verschiedene Herkünfte ein und derselben Nährpflanze zu unterschiedlichen Ergebnissen der Eiproduktion führen. Dieser Faktor blieb im vorliegenden Fall unberücksichtigt.

Die Gewichte der männlichen und weiblichen Puppen sind in den Tabellen 10 und 11 für die einzelnen Temperaturstufen geordnet zusammengefaßt.

*Tabelle 10*

**Männliches Puppengewicht**

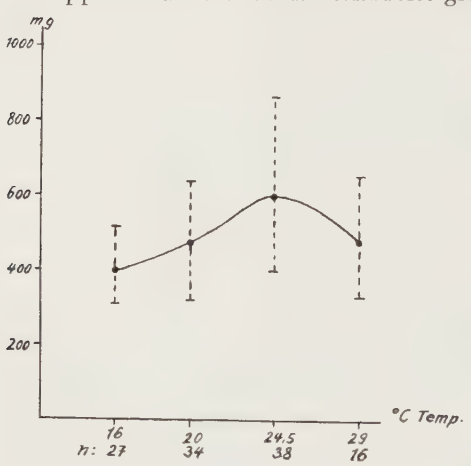
| Temp. ° C | 16 | 20 | 24,5 | 29 |
|---|---|---|---|---|
| n | 25 | 11 | 21 | 16 |
| M und σ | 161 ± 38 mg | 240 ± 54 mg | 333 ± 70 mg | 226 ± 57 mg |
| Maximum | 238 mg | 312 mg | 501 mg | 344 mg |
| Minimum | 91 mg | 178 mg | 236 mg | 161 mg |

*Tabelle 11*

**Weibliches Puppengewicht**

| Temp. ° C | 16 | 20 | 24,5 | 29 |
|---|---|---|---|---|
| n | 26 | 34 | 38 | 16 |
| M und σ | 393 ± 51 mg | 472 ± 87 mg | 598 ± 112 mg | 476 ± 102 mg |
| Maximum | 516 mg | 637 mg | 864 mg | 653 mg |
| Minimum | 307 mg | 318 mg | 398 mg | 331 mg |

Die Gewichte der weiblichen Puppen zeigen mit zunehmender Temperatur einen Anstieg, um bei 24,5° C einen Maximalwert zu erreichen. Sie sind in Abb. 2 und 3 mit den analog verlaufenden Gewichten der männlichen Puppen und ihrer Variationsbreite graphisch dargestellt.



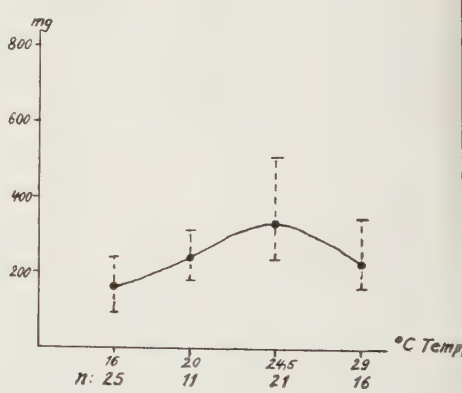




*Abb. 2.* (links) Weibliches Puppengewicht bei Aufzucht der Nonnenraupen unter verschiedenen Temperaturen. *Abb. 3.* (rechts) Männliches Puppengewicht bei Aufzucht der Nonnenraupen unter verschiedenen Temperaturen

Durch tägliches Wiegen der Puppen konnte gleichzeitig ihr Gewichtsverlust während der Puppenruhe festgestellt werden. Der schon von Zwölfer (1934) und Mors (1942 b) beobachtete größte Gewichtsverlust in der 2. Hälfte

der Puppenruhe fand erneut Bestätigung und kann auch auf die männlichen Puppen übertragen werden. Der größte Gewichtsverlust einer Puppe während ihrer Ruhezeit wurde mit 28 % bei 29° C ermittelt, der geringste mit 10 % bei 20° C. Der durchschnittliche Gewichtsverlust betrug 14 % des ursprünglichen Puppengewichtes.

Die Ermittlung der von einem Weibchen produzierten legereifen Eier geschah nach Eintritt ihres physiologischen Alterstodes durch Sektion des Abdomens. Zu den bereits abgelegten Eiern wurden die im Abdomen verbliebenen legereifen Eier hinzugezählt. Als Gesamteiproduktion ist folglich die Summe der abgelegten Eier und der noch im Abdomen verbliebenen legereifen Eier anzusehen. Die morphologischen Einzelheiten hierzu sind bei SPRENGEL (1928) und EIDMANN (1931) beschrieben.

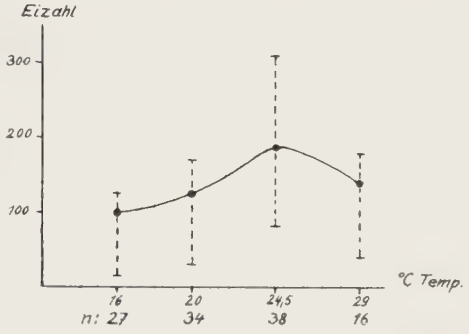



*Abb. 4.* Produktion legereifer Eier von Nonnenweibchen bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

Die Zahl der von den Weibchen erzeugten legereifen Eier (Abb. 4) steigt von 16° C zu einem Maximalwert bei 24,5° C an, um bei 29° C wieder abzusinken, was mit ZWÖLFERS (1934) Befunden übereinstimmt. Die Freihandkurve verbindet die errechneten Mittelwerte. Sie zeigt den gleichen Verlauf wie die Puppengewichtskurve.

Ein Vergleich dieser Verhältnisse mit den über die Nahrungsresorption ermittelten Daten ergibt Übereinstimmung der Temperaturstufe mit maximaler Tagesresorption und jener, bei der die höchsten Puppengewichte und Eizahlen resultieren. Dies ist in allen Versuchsreihen bei 24,5° C der Fall.

Effektiv die größte Resorption, bei Berücksichtigung der Entwicklungszeit, findet sich aber bei 20° C. Demnach müssen die Raupen in dieser Temperaturstufe einen geringeren Teil der resorbierten Nahrung im Baustoffwechsel verwerten und weit größere Energiemengen im Betriebsstoffwechsel verwenden, d. h. bei höheren Temperaturen wird die aufgenommene Nahrung für den Körperaufbau und die Anreicherung von Reservestoffen verwertet. Niedere Temperaturen zwingen die Raupe größere Anteile der resorbierten Nahrung im Betriebsstoffwechsel zu verwenden.

ZWÖLFERS (1934) Vermutung, daß der günstigste Ablauf der Nahrungsaufnahme und Nahrungsresorption im Bereich des „vitalen Optimums" liegt, konnte in diesen Untersuchungen eindeutig erbracht werden. Wenn die hier an Nonnenraupen gewonnenen Ergebnisse verallgemeinert werden dürfen, dann ist zur Bestimmung des „vitalen Optimums" der einfachere Weg über das Resorptionsoptimum durchaus möglich.

Was die statistische Sicherung der unterschiedlichen weiblichen Puppengewichte betrifft, so ist zwischen 16° C und 20° C $p < 0{,}0002$, also ein sehr gut gesicherter Unterschied. Der gleiche p-Wert liegt für die Puppen aus 20° C und 24,5° C vor. Bei $p \approx 0{,}0005$ ist der Unterschied in den Puppengewichten zwischen 24,5° C und 29° C immer noch gut gesichert.

## D. Untersuchungen an der Kieferneule

### Spezielles zum Material und zur Methode

Das Ausgangsmaterial zu diesen Untersuchungen stammte aus dem oberpfälzischen Gradationsgebiet der Kieferneule und wurde überwiegend aus dem Forstamt Etzenricht dem Institut anläßlich der winterlichen Puppensuche nach Kieferninsekten eingesandt. Das Schlüpfen der Falter und die Eiablage vollzog sich bei Zimmertemperatur und war (durch geeignete Aufbewahrung der Puppen in entsprechender Temperatur) so angesetzt, daß mit dem Schlüpfen der Eiraupe ein für sie zuträgliches Futter aus dem Freiland beschafft werden konnte. Die relativ hohe Mortalität während des Jungraupenstadiums, die mit seiner geringen ökologischen Valenz zusammenhängt (Zwölfer 1931), machte es im Verlauf der Versuche notwendig, die Zahl der Versuchstiere durch Freilandmaterial zu ergänzen. Um die Forderung nach gleichem Ausgangsmaterial zu erfüllen, wurden die Ersatzraupen im Forstamt Etzenricht gesammelt und vor ihrem Einsatz mehrere Tage abgesondert gehalten. Dies ermöglichte, kränkliche oder beschädigte Tiere von den Versuchen auszuschalten. Auch die Gefahr einer Einschleppung von Raupenkrankheiten (*Empusa aulicae* Reich.!) durch Freilandmaterial, die zu einer Störung der Versuche hätte führen können, war durch die Quarantäne vermindert.

Das bei diesen Untersuchungen verwendete Futter stammte aus dem Perlacher Forst. Im übrigen gilt hinsichtlich der Methode das Seite 117–119 gesagte. Wie bei der Nonne konnte auch bei der Kieferneule die L1- L 2-Stufe nicht in die Untersuchungen einbezogen werden.

Nach den Laboratoriumsversuchen Berwigs (1931) fehlt bei der Kieferneule eine Hauptfraßzeit. Sie nimmt im Gegensatz zur Nonne und zum Kiefernspanner ziemlich gleichmäßig bei Tag und Nacht Nahrung auf. Freilanduntersuchungen von Schwerdtfeger (1932) und Meyer (1932) führten unter Berücksichtigung des täglichen Temperaturganges zu ähnlichen Ergebnissen. Deshalb konnte die Forderung nach annähernd vollständiger Darmentleerung bei den Eulenversuchen nicht berücksichtigt werden. Um den Einfluß dieser Fehlerquelle zu vermindern, wurde das Futter immer zur gleichen Tageszeit (8 Uhr) gewechselt und gleichzeitig Futterreste und Kot getrennt in Glasröhrchen gesammelt. Als Zuchtgefäße dienten 15-cm-Hygrostatenschalen (Zwölfer 1933) mit Kochsalzfüllung (= 72–78 % rel. Luftfeuchtigkeit). Jede enthielt 10 Versuchstiere.

Für jede Versuchstemperaturstufe wurden 30 Raupen überprüft. Sie schieden nach Erreichen des nächsthöheren Larvenstadiums aus. Außerdem wurde in jeder Temperaturstufe eine ausreichende Zahl von Ersatztieren gehalten, um eingegangene oder kränkelnde Tiere ohne Störung des Versuchsablaufes ausscheiden zu können. Die Kennzeichnung der Larvenstadien durch Schellackfarbflecke auf der Kopfkapsel erwies sich auch bei der Kieferneule als zweckmäßig.

### Versuchsergebnisse

Die Kotabgabe der Kieferneule wurde durch Berwig (1931) bei verschiedenen Temperaturen für die Raupenstadien L 2 bis L 5 untersucht. Er stellte dabei auch eine deutliche Abhängigkeit der täglich abgegebenen Kotmenge von der Lufttemperatur fest. Nach den Freilanduntersuchungen Schwerdtfegers (1935) war für die Kieferneule ein Anstieg der Kotabgabe nur bis zu einer Höchsttemperatur von 21° C zu erwarten. Auf seinen Angaben fußend, liefen die Eulenversuche unter den Temperaturstufen 12° C, 15° C, 22° C und 24° C. Von höheren Temperaturstufen wurde abgesehen, da an Hand der Schwerdtfegerschen Angaben zunächst anzunehmen war, daß sie für die Fraßphysiologie der Raupen von schädigendem Einfluß sind.

Die Änderungen der täglich aufgenommenen Nahrungsmenge, Resorption und Kotabgabe, im Ablauf eines Entwicklungsstadiums bei ein und derselben Temperatur, wie sie bereits für die Nonne festgestellt worden sind (vgl. Seite 120) gelten sinngemäß auch für Eulenraupen: In allen Altersstadien und bei allen Temperaturen wird in den ersten Tagen nach vollzogener und kurz vor der nächsten Häutung eine meist unter dem Mittelwert lie-

*Tabelle 12*

**Änderung der täglichen Nahrungsresorption im Verlauf einer Entwicklungsstufe (L 3 bei 22° C)**

Dem 1. Versuchstag geht jeweils eine Häutung in den letzten 24 Stunden voraus. Jede Beobachtungsreihe wird mit 10 Raupen durchgeführt

| | A Trockengewicht der verzehrten Nahrungsmenge | B Trockengewicht der abgegebenen Kotmenge | C Trockengewicht der resorbierten Nahrungsmenge = A-B | D Stoffwechselquotient = $\frac{A}{B}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | *1. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 63 mg | 49 mg | 14 mg | 1,29 |
| 2. Tag | 87 mg | 67 mg | 20 mg | 1,30 |
| 3. Tag | 115 mg | 90 mg | 25 mg | 1,28 |
| 4. Tag | 98 mg | 76 mg | 22 mg | 1,29 |
| | | *2. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 71 mg | 55 mg | 16 mg | 1,29 |
| 2. Tag | 112 mg | 87 mg | 25 mg | 1,28 |
| 3. Tag | 99 mg | 77 mg | 22 mg | 1,30 |
| 4. Tag | 89 mg | 69 mg | 20 mg | 1,30 |
| | | *3. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 61 mg | 47 mg | 14 mg | 1,30 |
| 2. Tag | 95 mg | 74 mg | 21 mg | 1,29 |
| 3. Tag | 128 mg | 100 mg | 28 mg | 1,29 |
| 4. Tag | 104 mg | 81 mg | 23 mg | 1,29 |
| 5. Tag | 90 mg | 70 mg | 20 mg | 1,29 |

Mittelwerte und Streuung:

| | |
|---|---|
| Trockengewicht der täglich verzehrten Nahrungsmenge | 93 ± 17 mg |
| Trockengewicht der täglich abgegebenen Kotmenge | 72 ± 11 mg |
| Trockengewicht der täglich resorbierten Nahrungsm. | 21 ± 3 mg |
| Stoffwechselquotient | 1,29 ± 0,01 |

gende Nahrungsmenge aufgenommen. Dasselbe gilt für die Kotabgabe und Nahrungsresorption. Die geringe Erhöhung des Stoffwechselquotienten zu Anfang und zu Ende jedes Stadiums bei der Nonne, die eine Verbesserung der Nahrungsausnutzung anzeigte, konnte für die Kieferneule, von vereinzelten Ausnahmen abgesehen, nicht nachgewiesen werden. In 224 Einzelversuchen mit 360 Eulenraupen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

## L 3

In Tabelle 12 ist der Ablauf eines Versuches bei einer Temperatur von 22° C für L 3 ausführlich dargestellt. Für die anderen Versuchstemperaturen (ebenso für die folgenden Stadien) sind jeweils Mittelwerte und Streuung für je 10 Raupen zusammenfassend aufgeführt (Tab. 13). Außerdem sind die gesamten verzehrten und resorbierten Nahrungs- sowie Kotmengen von 30 Raupen jeder Temperaturstufe während der ganzen Entwicklungszeit eines Stadiums tabellarisch festgehalten.

Tabelle 13 zeigt eindeutig, daß mit steigender Temperatur die Fraßintensität bis zur höchsten hier berücksichtigten Temperaturstufe erheblich steigt. Dasselbe gilt für die Kotabgabe und Nahrungsresorption. Letztere wird allerdings bei einer Temperatur von 24° C etwas abgeschwächt, liegt aber –

*Tabelle 13*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 3 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in °C | Verzehrte Nahrungsm. | Abgegeb. Kotmenge | Resorbierte Nahrungsm. | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 37 ± 11 mg | 28 ± 8 mg | 9 ± 2 mg | 1,34 |
| 15° | 55 ± 14 mg | 42 ± 10 mg | 13 ± 2 mg | 1,32 |
| 22° | 93 ± 17 mg | 72 ± 11 mg | 21 ± 3 mg | 1,29 |
| 24° | 100 ± 23 mg | 81 ± 14 mg | 19 ± 4 mg | 1,24 |

bei Betrachtung der täglichen Durchschnittswerte – noch in der Größenordnung von 22° C. Aus der Abnahme des Stoffwechselquotienten mit steigender Temperatur ist die Verringerung der Nahrungsausnutzung ersichtlich.

Tabelle 14 gibt Aufschluß über die Verhältnisse bei Berücksichtigung der Zeit der Gesamtentwicklung von L 3.

*Tabelle 14*

**Nahrungsresorption von je 30 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 3-Stufe**

| Temp. in °C | Verzehrte Nahrungsm. | Abgegeb. Kotmenge | Resorbierte Nahrungsm. | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 935 mg | 700 mg | 225 mg | 25 |
| 15° | 1 100 mg | 840 mg | 260 mg | 20 |
| 22° | 1 209 mg | 936 mg | 273 mg | 13 |
| 24° | 1 200 mg | 972 mg | 228 mg | 12 |

Die längere Entwicklungszeit unter tieferen Temperaturen vermag die erhöhten Stoffwechselvorgänge bei höheren Temperaturen, aber kürzeren Entwicklungszeiten, nicht auszugleichen.

## L 4

Mit zunehmendem Raupenalter war auf Grund der Erfahrungen bei Kotfangkontrollen im Freiland eine erhebliche Steigerung der aufgenommenen Nahrungsmenge zu erwarten. Im vorliegenden Laborversuch betrug sie ein Vielfaches der von L 3 aufgenommenen Futtermenge. Sinngemäß verhielt sich Kotabgabe und Nahrungsresorption.

In Tabelle 15 sind die von 10 Raupen im täglichen Durchschnitt ermittelten Werte dargestellt:

*Tabelle 15*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 4 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in °C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 174 ± 43 mg | 130 ± 28 mg | 44 ± 12 mg | 1,34 |
| 15° | 251 ± 51 mg | 191 ± 47 mg | 60 ± 18 mg | 1,32 |
| 22° | 400 ± 64 mg | 310 ± 54 mg | 90 ± 21 mg | 1,29 |
| 24° | 568 ± 72 mg | 455 ± 63 mg | 113 ± 24 mg | 1,24 |

Der Stoffwechselquotient nimmt mit zunehmender Temperatur ab, behält aber den für L 3 gefundenen Wert. Hierin unterscheidet sich die Nahrungsausnutzung der Eulenraupen von der der Nonne insofern, als dort mit dem höheren Larvenstadium eine zusätzliche Verminderung der Nahrungsausnutzung eintrat, wird bei den älteren Eulenraupen die Intensität der Nahrungsausnutzung beibehalten. Anders ausgedrückt, die älteren Eulenraupen fressen weniger verschwenderisch wie die Altraupen der Nonne.

*Tabelle 16*

**Nahrungsresorption von je 30 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 4-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 4 524 mg | 3 380 mg | 1 144 mg | 26 |
| 15° | 5 271 mg | 4 011 mg | 1 260 mg | 21 |
| 22° | 5 600 mg | 4 340 mg | 1 260 mg | 14 |
| 24° | 6 248 mg | 5 005 mg | 1 243 mg | 11 |

Tabelle 16, die die Gesamtmenge im L-4-Stadium aufgenommene Nahrung behandelt, zeigt eindeutig, daß die längere Entwicklungsdauer bei tieferen Temperaturen keinen Ausgleich für die wesentlich erhöhte Fraßintensität der verkürzten Entwicklungsdauer unter höheren Temperaturen schafft. Von besonderem Interesse ist der resorbierte Nahrungsanteil im Gesamtablauf für L 4: Er hält sich unter allen Temperaturstufen in annähernd derselben Größenordnung!

## L 5

Gegenüber L 4 ist die Fraßtätigkeit und dementsprechend die Kotabgabe und Nahrungsresorption des 5. Raupenstadiums mehr als verdoppelt. (Kotfalluntersuchungen im Freiland ergeben demgegenüber einen Maximalwert für das 3. Viertel der Raupenentwicklung [vgl. SCHWERDTFEGER 1932 a]. Da es sich hierbei, der Altersschichtung nach, um „Mischpopulationen" handelte, während in den vorliegenden Laborversuchen einheitliche Altersklassen der Raupen Verwendung fanden, sind die Ergebnisse nicht vergleichbar. Im übrigen ist das Absinken der Freilandkotfallkurve im letzten Viertel der Fraßperiode auf das Abwandern eines mehr oder weniger großen Teiles der Raupenpopulation in die Bodenstreu zur Verpuppung zurückzuführen.)

Tabelle 18, die wieder die im Verlauf der L-5-Stufe im ganzen aufgenommene und verarbeitete Nahrung umfaßt, zeigt eindeutig, daß bei L 5 erst-

*Tabelle 17*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 5 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechselquotient |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 470 ± 71 mg | 352 ± 56 mg | 118 ± 25 mg | 1,34 |
| 15° | 765 ± 97 mg | 580 ± 73 mg | 185 ± 42 mg | 1,32 |
| 22° | 1 065 ± 112 mg | 825 ± 109 mg | 240 ± 52 mg | 1,29 |
| 24° | 1 300 ± 145 mg | 1 051 ± 129 mg | 249 ± 49 mg | 1,24 |

malig in der längeren Entwicklungszeit bei tieferen Temperaturbereichen ein mengenmäßiger Mehrbedarf an Nahrung besteht. Auch wird unter diesen Verhältnissen mehr Nahrung resorbiert.

*Tabelle 18*

**Nahrungsresorption von je 30 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 5-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 12° | 17 390 mg | 13 024 mg | 4 366 mg | 37 |
| 15° | 19 125 mg | 14 500 mg | 4 625 mg | 25 |
| 22° | 17 040 mg | 13 200 mg | 3 840 mg | 16 |
| 24° | 16 900 mg | 13 663 mg | 3 237 mg | 13 |

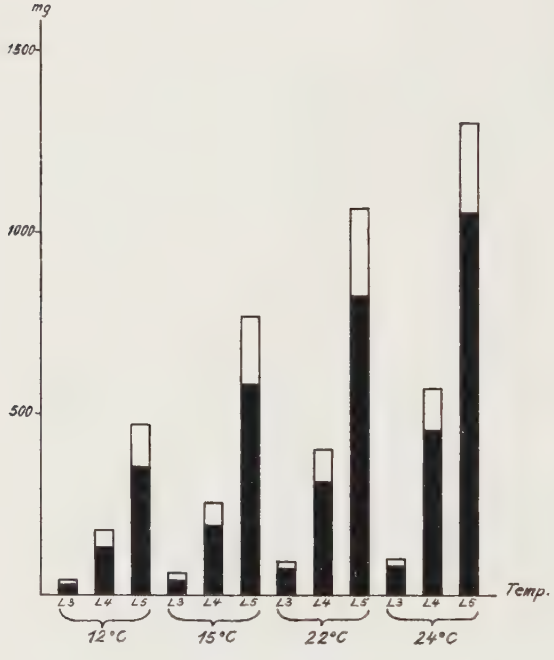



*Abb. 5.* Im täglichen Durchschnitt ermittelten Werte von je 10 Eulenraupen über die Fraßmenge, abgegebene Kotmenge und resorbierte Nahrung

Im Diagramm Abb. 5 sind die Mittelwerte der *täglichen* Nahrungsaufnahme, der Kotabgabe und resorbierten Nahrung von je 10 Raupen der Stufen L 3 bis L 5 in ihrer Temperaturabhängigkeit dargestellt. Vergleicht man entsprechende Daten der tiefsten (12° C) und der höchsten (24° C) Temperaturstufe, so ergibt sich für alle Raupenstadien näherungsweise eine Verdreifachung der Nahrungsaufnahme und der Kotabgabe. Die Nahrungsresorption wird hierbei verdoppelt. Dies entspricht der R.G.T.-Regel, die bekanntlich für chemische Vorgänge bei Temperatursteigerung um 10° C eine Verdoppelung der umgesetzten Menge fordert.

Das abweichende Verhalten des Stoffwechselquotienten der Kieferneulenraupen, das im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Nonnenraupen steht, soll in den folgenden Ausführungen kritisch beurteilt werden. Wie erwähnt, nimmt der Stoffwechselquotient bei der Nonne nicht nur mit steigender Temperatur ab, sondern auch mit dem Alter der Raupen. Bei der Kieferneule ist ebenfalls eine merkliche Abnahme des Stoffwechselquotienten (also eine verminderte Nahrungsausnutzung) mit zunehmender Temperatur festzustellen. Doch bleibt unter ein und derselben Temperaturstufe die *Nahrungsausnut-*

*zung* für alle Altersstadien *gleich*. Die Altraupen nehmen eine größere Nahrungsmenge zu sich. Auch beißen sie mit ihren Mandibeln, wie wiederholt festgestellt werden konnte, immer größere Stücke von den Nadeln ab als junge Stadien. Aber die älteren Tiere scheinen – im Gegensatz zur Nonne – die schlechtere mechanische Zerkleinerung der Nahrung durch eine intensivere chemische Aufschließung ausgleichen zu können, so daß schließlich die relative Ausnutzung bei allen Larvenstadien die gleiche ist.

Sowohl Berwig (1931) als auch Schwerdtfeger (1935) weisen darauf hin, daß zwischen Kotballengröße und Temperatur ebenfalls Zusammenhänge bestehen: Bei gleichen Altersstadien sind die Kotballen von Kältetieren kleiner, jene aus Wärmezuchten größer.

### Puppengewichte und Eizahlen

Die ausgewachsenen Eulenraupen suchen bekanntlich die Bodenstreu auf, um sich hier in einer zwischen Moos, Nadelresten und dergleichen verfertigten Höhlung zu verpuppen. Über die Auskleidung der Puppenhöhle mit Gespinstfäden herrschen im einschlägigen Schrifttum gegensätzliche Ansichten. Während Wolff u. Krausse (1922) von kaum nachweisbaren Spinnfäden sprechen, berichtet Eckstein (1924) von einer Verbindung der einzelnen Materialteile der Puppenhöhle durch Gespinstfäden, die später durch atmosphärische Einflüsse zerstört werden. Letzterem kann nach den im Labor getätigten Beobachtungen beigepflichtet werden. Zumindesten sind in der ersten Vorpuppenzeit zahlreiche Spinnfäden zu finden, die im vorliegenden Falle zur Vornahme von Puppenwägungen zerstört werden mußten.

In der Absicht die Laborverhältnisse weitgehend denen des Freilandes anzugleichen, wurden die Hygrostatenschalen mit erwachsenen Raupen an den Rändern mit feuchtem Moos ausgepolstert. Dadurch ergab sich eine geringe Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit für die letzten Fraßtage. Sie entspricht den Freilandbedingungen innerhalb der Bodenstreu. Unterbleibt die Auspolsterung, dann bohrt sich ein Teil der Raupen auf der Suche nach einem geeigneten Verpuppungsplatz durch die Batisttrennwand hindurch und geht in der Salzkammer der Hygrostatenschale zugrunde.

Die bei den Eulenversuchen angefallenen 112 gesunden Puppen verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Temperaturstufen:

bei 12° C: 28 Puppen (13 Weibchen und 15 Männchen)
15° C: 30 Puppen (14 Weibchen und 16 Männchen)
22° C: 27 Puppen (14 Weibchen und 13 Männchen)
24° C: 27 Puppen (12 Weibchen und 15 Männchen)

Tabellen 19 und 20 geben Aufschluß über ihre Puppengewichte.

Die Puppengewichte von Weibchen und Männchen liegen für die einzelnen Temperaturstufen (im Gegensatz zur Nonne) in derselben Größenordnung. Zu gleichen Resultaten führten die jährlichen und langfristigen Puppenwägungen, die Schwerdtfeger (1937, 1953) durchführte, ebenso die anläßlich des alljährlichen Winterprobepuppensammelns im Münchener Institut in den letzten Jahrzehnten gemachten Erfahrungen.

Für die Zeit der Diapause waren die Puppen in einem mit feuchtem Sand und Moos ausgelegten Zuchtkäfig, der den Außentemperaturen ausgesetzt war, untergebracht. Ende Januar wurden die Puppen in Zimmertemperatur

*Tabelle 19*

**Weibliches Puppengewicht**

| Temp. ° C | 12 | 15 | 22 | 24 |
|---|---|---|---|---|
| n | 13 | 14 | 14 | 12 |
| M und σ | 178 ± 39 mg | 217 ± 34 mg | 283 ± 35 mg | 289 ± 48 mg |
| Maximum | 259 mg | 305 mg | 362 mg | 374 mg |
| Minimum | 142 mg | 168 mg | 225 mg | 228 mg |

*Tabelle 20*

**Männliches Puppengewicht**

| Temp. ° C | 12 | 15 | 22 | 24 |
|---|---|---|---|---|
| n | 15 | 16 | 13 | 15 |
| M und σ | 176 ± 32 mg | 221 ± 54 mg | 279 ± 53 mg | 283 ± 39 mg |
| Maximum | 253 mg | 295 mg | 354 mg | 373 mg |
| Minimum | 151 mg | 172 mg | 215 mg | 219 mg |

übergeführt und zum Schlüpfen gebracht. Während der winterlichen Puppenruhe trat ein geringfügiger Gewichtsverlust ein, der im Höchstfalle 11 % und im Durchschnitt 4 % des ursprünglichen Puppengewichtes betrug.

Von den 112 überwinterten Puppen lieferten 7 keine Falter. Als verjaucht erwiesen sich 3 Männchen und 1 Weibchen. 2 weibliche und 1 männliche Puppe waren wahrscheinlich durch den Insektenpuppenpilz *Spicaria farinosa* Fries. abgetötet.

Nach Eidmann (1931) gehört die Kieferneule zu jenen Schmetterlingsarten, deren Eianlagen in den Ovarialschläuchen der Weibchen beim Schlüpfen nur zum Teil bis zur Legereife entwickelt sind. Die Bildung weiterer legereifer Eier geht postmetabol vor sich. Sie ist mit einer ständigen Abnahme des Fettkörpers verbunden, worauf Zwölfer (1931) hinwies. Im allgemeinen nehmen die Falter, von gelegentlichen Blütenbesuchen abgesehen (Sachtleben 1923, Schwerdtfeger 1935) keine Nahrung auf. Die Produktion legereifer Eier wird somit letztlich durch die Menge der während des Raupenlebens gespeicherten Reservestoffe bestimmt.

Nach Eintritt des physiologischen Alterstodes wurden auch in dieser Versuchsreihe – wie schon bei der Nonne beschrieben – die im Abdomen verbliebenen legereifer Eier zu den während des Imaginallebens abgelegten hinzugezählt und so die Gesamteizahl der betreffenden Individuen ermittelt.

Nach Zwölfer (1934), der den Zusammenhang zwischen Puppengewicht und der zu erwartenden Eizahl bei der Nonne nachwies, führte Thalenhorst (1938) vergleichende Betrachtungen dieser Art für die Kieferneule durch. Dabei ergab sich, daß gleichschwere Puppen verschiedener Herkünfte und solche aus Populationen mit unterschiedlicher Befallsdichte nicht unbedingt dieselben Eizahlen ergeben müssen. Für die Nonne wies Mors (1942 b) derartige Veränderungen im Verlauf einer Gradation nach. Diese unterschiedlichen physiologischen Leistungen sollen nach Franz (1950) mit genetischen Faktoren zusammenhängen.

Wenn hiernach auch nicht ausschließlich vom Puppengewicht auf die zu erwartende Eizahl geschlossen werden darf, so ist doch eindeutig ein Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen zu erkennen (Abb. 6 und 7): Mit

steigendem Puppengewicht ist eine Zunahme legereifer Eier verbunden. Dies deckt sich mit den Erfahrungen THALENHORSTS (1938) und SCHWERDTFEGERS (1953) an Kieferneulen.

Das Puppengewicht zeigt ferner eine deutliche Abhängigkeit von den Aufzuchtstemperaturen der Altraupen und ist letztlich abhängig vom Verlauf des Stoffwechsels, der bei Raupen höherer Temperaturstufen zur Bildung von Reservestoffen führt, die in niederen Temperaturen überwiegend zum Betriebsstoffwechsel verbraucht zu werden scheinen. In der Tat führen nach PFEFFER (1933) und SCHWERDTFEGER (1953) im Freiland warme Sommer zu höheren Puppengewichten und damit zu einer Steigerung legereifer Eier. NUNBERGS (1937) Bemerkung „Die Temperaturen der Monate IV bis VIII haben keinen direkten Einfluß auf das Anwachsen der Eulenpopulation" wird durch die vorliegende Untersuchung widerlegt.

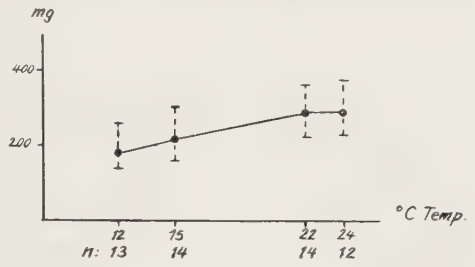



*Abb. 6.* Weibliches Puppengewicht bei Aufzucht der Eulenraupen unter verschiedenen Temperaturen

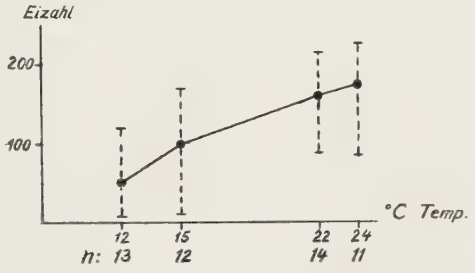



*Abb. 7.* Produktion legereifer Eier von Eulenweibchen bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

Für die unterschiedlichen weiblichen Puppengewichte der Kieferneule liegt bei den Puppen aus 15° C und 22° C sehr gute statistische Sicherung mit $p < 0{,}0002$ vor. Der Unterschied zwischen 12° C und 15° C ist bei $p \approx 0{,}01$ nicht mehr gesichert. Für die bei Versuchstemperaturen von 22° C und 24° C erzielten Daten ist mit $p \approx 0{,}98$ statistisch kein Unterschied nachweisbar. Sie liegen in ein und derselben Größenordnung.

## E. Untersuchungen am Kiefernspanner

### Spezielles zum Material und zur Methode

Das für die Kiefernspanneruntersuchungen verwendete Material stammte aus dem im oberbayerischen Gradationsgebiet der Spanner liegenden Forstamt Geisenfeld und war im Winter 1953/54 anläßlich der Puppensuche nach Kieferninsekten eingesammelt und dem Münchener Institut zur Auswertung übersandt worden. Die Spannerpopulation war im dortigen Forstamt im Anstieg begriffen, wies einen Durchschnittsbelag von 9,5 gesunden Puppen je qm auf und verdoppelte sich bis zum Winter 1954/55 (ZWÖLFER u. KRUMP 1955).

Das Schlüpfen der Falter, die Eiablage und das Züchten der Jungraupen vollzog sich bei Zimmertemperatur in Drahtkäfigen. Von L 3 an wurden die Laboruntersuchungen in Hygrostatenschalen im Brückenthermostaten mit unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt. Zur Konstanterhaltung der relativen Luftfeuchtigkeit (72 % bis 78 %) war feuchtes Kochsalz in die Salzkammer der Zuchtschalen eingefüllt (ZWÖLFER 1933). Größere Temperaturschwankungen während der Herbstmonate im Aufstellungsraum der Thermostaten, die sich zum Teil auf die Zellentemperaturen übertrugen, ließen sich durch entsprechendes Umstellen bis auf ± 1° C ausgleichen. Besonders beim Spanner, der innerhalb der einzelnen

Stadien sehr unterschiedliches Längenwachstum zeigt, war die Kennzeichnung der Raupen durch verschieden gewählte Schellackfarbflecke von großem Vorteil und erwies sich beim Aussuchen der einzelnen Stadien als sehr zeitsparend.

Das Futter zu den Spannerversuchen wurde im Perlacher Forst aus einem Kiefernbestand mit Erlenunterwuchs gewonnen. Untersuchungen von Müller (1939) über Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupen bei Futter aus Misch- und Reinbeständen zeigten keine grundlegenden Unterschiede.

Über die Fraßtätigkeit und Darmzeit der Spannerraupen im Freiland liegen Angaben von Rhumbler (1925) vor: Demnach frißt die Spannerraupe hauptsächlich während der Nachmittagsstunden. Der tägliche Futterwechsel erfolgte aus diesem Grunde um 13 Uhr.

Die Spannerversuche liefen bei Temperaturstufen von 14° C, 18° C, 22° C und 24,5° C. In der Absicht, eine ungestörte Verpuppung zu ermöglichen, erhielten die Hygrostatenschalen mit ausgewachsenen Spannerraupen ebenfalls eine Moospolsterung an den Rändern. Die schon bei Nonne und Eule erwähnten Gründe erlaubten auch hier nicht die Einbeziehung der ersten beiden Stadien in diese Untersuchungen.

Die Ergebnisse über die Fraßtätigkeit der Spannerraupen wurden in 764 Einzelversuchen mit 640 Versuchstieren ermittelt.

## Allgemeines

Bislang fehlen beim Kiefernspanner noch immer die grundlegenden Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeitsgraden auf die einzelnen Entwicklungsstadien[1].

Schwerdtfeger (1944) gibt für die Entwicklungsdauer der 5 Raupenstadien unter Freilandbedingungen 120 Tage an. Laboruntersuchungen, die bei Zimmertemperatur oder nur einer konstanten Temperatur durchgeführt wurden, lieferten niedrigere Werte. Nach Kalandadze (1927) beträgt die Gesamtdauer 87 Tage, nach Schwerdtfeger (1930) 70 Tage. Hofmann (1940) fand für konstante Temperaturen von 22° C eine Entwicklungszeit von 64 Tagen. In jüngster Zeit führte Schwenke (1953) Laboruntersuchungen beim Kiefernspanner mit konstanten und wechselnden Temperaturen während zweier aufeinanderfolgender Jahre durch, die sehr unterschiedliche Ergebnisse lieferten. – Über die Fraßmenge des Spanners stellten Kalandadze (1927), Schwerdtfeger (1930), Frydrychewicz (1931) und Schwenke (1952) Untersuchungen an. Ersterer bestimmte die gefressene Nadelfläche, letztere ermittelten das Gewicht der aufgenommenen Nadelmenge.

## Zur Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer der Raupenstadien L 3—L 5 des Kiefernspanners

Die unterschiedlichen Daten des Schrifttums über die Entwicklungszeit der einzelnen Kiefernspannerstadien ließen es angebracht erscheinen, gleichzeitig mit den laufenden Untersuchungen über den Stoffwechsel, ihre Entwicklungsdauer in Beziehung zur Temperatur festzustellen.

Anzunehmen ist, daß jede Entwicklungsstufe eines Insektes weitgehend an Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit jener Umgebungsbedingungen angepaßt ist, die ihrem zeitlichen Vorkommen in der freien Natur mehr oder weniger entsprechen. So konnte Zwölfer (1935) bei seinen Nonnenstudien für die Frühjahrsstadien niedere, für ältere Raupen und Puppen höhere Temperaturschwellenwerte ermitteln.

Für die hier untersuchten Raupenstadien L 3 – L 5 ergaben sich ebenfalls sehr unterschiedliche $t\alpha$-Werte (= unterer Temperaturschwellenwert = Entwicklungsnullpunkt der älteren Literatur). Dies liegt ganz im Sinne der obi-

[1] Für den Kiefernspanner wurden von Zwölfer (mündl. Mitteilung) die Untersuchungen mit der gleichen Zielsetzung wie bei Nonne und Kieferneule durchgeführt. Die Protokolle und Aufzeichnungen gingen durch Kriegseinwirkung verloren. Die zweijährigen Experimente ergaben für den Spanner der älteren Stufen ein Optimum des Überlebens, der Puppengewichte und der höchsten Eiproduktion für Temperaturen im mittleren Bereich (unter 20° C).

gen Annahme, da diese Stadien von den Sommermonaten (L 3 = August) bis zum Spätherbst (L 5 = Oktober) im Freiland auftreten.

Bei Auswertung der experimentell erhaltenen Zahlenwerte nach der Temperatursummenregel (Blunck 1923) ergibt sich für das Raupenstadium L 3 folgende Formel: $T\ (t - 7{,}3) = 107$. Bekanntlich stellt diese Formel graphisch eine Hyperbel dar. Sie ist in Abb. 8 samt den empirisch gefundenen Werten dargestellt.

Für die hier unter 4 Temperaturstufen untersuchten Verhältnisse zeigt sich bei 14° C und 18° C eine gute, bei den beiden anderen eine brauchbare Übereinstimmung mit den rechnerisch ermittelten Werten. Die kürzeste Entwicklungsdauer wurde im Versuch bei einer Temperatur von 24,5° C mit 6 Tagen, im Durchschnitt mit 7 Tagen ermittelt. Vermutlich dürfte diese

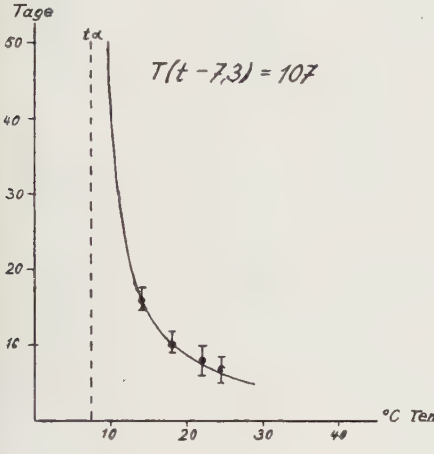



*Abb. 8.* Entwicklungsdauer von L 3

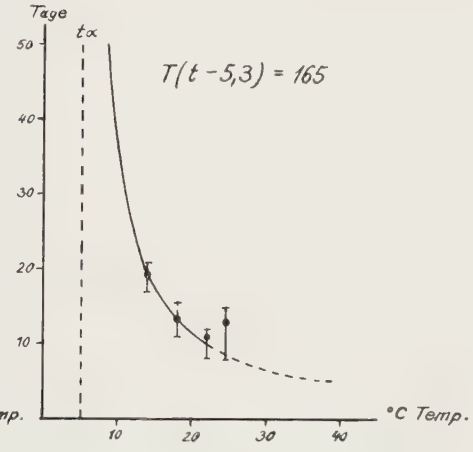



*Abb. 9.* Entwicklungsdauer von L 4

Temperatur auch nahe dem Umkehrpunkt der Entwicklungsdauerkurve liegen, da eine Versuchsreihe bei 28° C eine längere Entwicklungszeit ergab. Da eine überdurchschnittliche Mortalität ihre einwandfreie Auswertung beeinträchtigte, wurde auf die Wiedergabe dieser Werte verzichtet.

Die für L 4 empirisch gefundenen Daten über die Temperaturabhängigkeit der Entwicklungsdauer und ihre Auswertung nach der Hyperbelfunktion sind in Abb. 9 niedergelegt.

Der tα-Wert wurde mit 5,3° C errechnet und der Hyperbel die Formel: $T\ (t - 5{,}3) = 165$ zugrunde gelegt.

Während die empirisch gefundenen Werte für 14° C, 18° C und 22° C gute Übereinstimmung mit der Hyperbel ergeben, liegt der Mittelwert für 24,5° C außerhalb der Kurve. Die verlängerte Entwicklungszeit für diese Temperaturstufe weist auf schädigende Einflüsse dieses Temperaturbereiches für L 4 des Spanners hin. Die kürzeste mittlere Entwicklungsdauer lag mit 11 Tagen bei 22° C.

Das 5. Raupenstadium, das wie eingangs erwähnt, im Freiland vorwiegend während des Spätherbstes auftritt, war für die Untersuchungen über die Entwicklungsdauer von besonderem Interesse. Schwenke (1953) fand bei seinen Untersuchungen über den Kiefernspanner für dieses Stadium die kürzeste Entwicklungsdauer bei 18° C. Allerdings ist bei seinen Untersuchun-

gen diese Temperaturstufe gleichzeitig seine tiefste Untersuchungstemperatur überhaupt[2]. Diese von ihm gefundene kürzeste Entwicklungsdauer bei 18° C findet er als sehr niedrig und überraschend. Verbindet man ökologische Betrachtungen mit Laboruntersuchungen, so kann dieser Wert keineswegs als niedrig angesehen werden, da Freilandtemperaturen in dieser Höhe für die zu betrachtenden Herbstmonate nicht die Regel sind. Nach zahlreichen Freilandbeobachtungen zu urteilen (vgl. ESCHERICH 1931) sind erwachsene Kiefernspannerraupen gegen tiefe Temperaturen, auch gegen solche unter dem Gefrierpunkt, vergleichsweise unempfindlich. Um eine Vergleichsmöglichkeit gegenüber L 3 und L 4 zu haben, wurden trotzdem die bisher verwendeten Temperaturstufen beibehalten, obwohl von den beiden höheren Temperaturstufen ein schädlicher Einfluß auf die Entwicklungs- und Stoffwechselphysiologie der Kiefernspannerraupen zu erwarten war.

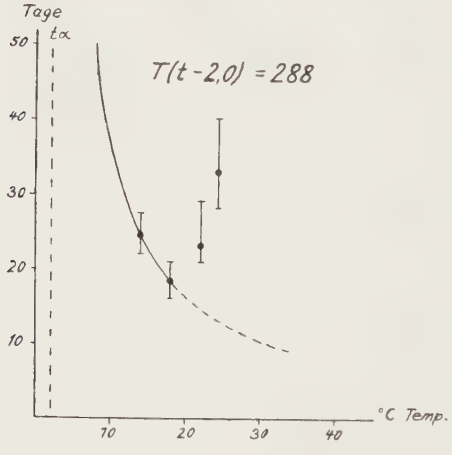



*Abb. 10.* Entwicklungsdauer von L 5

Die empirisch gefundenen Werte für das 5. Raupenstadium bestätigten diese Annahme voll und ganz. Der tα-Wert (soweit er aus 2 in vitalen Bereichen liegenden Temperaturstufen ermittelt werden kann!), errechnet sich mit 2,0° C. Dies zeigt, daß noch wenige Wärmegrade über dem Nullpunkt eine Weiterentwicklung der Spannerraupen ermöglichen. Als Hyperbelfunktion der Spannerraupen für die Entwicklungsdauer von L 5 ergab sich: $T(t - 2{,}0) = 288$. Nur für die Temperaturstufen 14° C und 18° C zeigt die in Abb. 10 aufgezeichnete Hyperbel Übereinstimmung mit den empirisch gefundenen Werten.

Die Temperaturen von 22° C und 24,5° C beeinträchtigen die Entwicklungsdauer erheblich. Die Entwicklungszeit ist hier vergleichsweise sehr verlängert und übertrifft jene bei 14° C und 18° C bedeutend. Die hier beobachtete kürzeste mittlere Entwicklungsdauer betrug 18 Tage in der Temperaturstufe von 18° C. Die größte Variationsbreite und längste Entwicklungsdauer bei 24,5° C zeigt, daß diese Temperatur für L 5 des Kiefernspanners im Pejus liegt und sich dem letalen Wärmebereich nähert. Die hohe Mortalität der Raupen und Vorpuppen unter diesen Bedingungen bestätigt dies. Eine normale Verpuppung wurde hierbei nur in 4 Fällen erzielt. Eine männliche Puppe lieferte einen Falter, die 3 übrigen Puppen starben während der Puppenruhe ab.

Die experimentell gefundenen Daten für die Entwicklungsdauer in verschiedenen Temperaturen und die Berechnung des tα-Wertes lassen erkennen, daß die verschiedenen Raupenstadien des Kiefernspanners den normalen Freilandtemperaturen ihrer Umwelt weitgehend angepaßt sind. Dies gilt im

[2] Das Entwicklungsdaueroptimum des 5. Raupenstadiums des Kiefernspanners wurde von ZWÖLFER (mündl. Mitteilung) ebenfalls bei Temperaturen um 18° C gefunden.

*Tabelle 21*

**Änderung der täglichen Nahrungsresorption im Verlauf einer Entwicklungsstufe (L 3 bei 22° C)**

Dem 1. Versuchstag geht jeweils eine Häutung in den letzten 24 Stunden voraus. Jede Beobachtungsreihe wird mit 20 Raupen durchgeführt

| | A Trockengewicht der verzehrten Nahrungsmenge | B Trockengewicht der abgegebenen Kotmenge | C Trockengewicht der resorbierten Nahrungsmenge = A-B | D Stoffwechsel-quotient = $\frac{A}{B}$ |
|---|---|---|---|---|
| | | *1. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 72 mg | 31 mg | 41 mg | 2,32 |
| 2. Tag | 79 mg | 30 mg | 49 mg | 2,63 |
| 3. Tag | 87 mg | 42 mg | 45 mg | 2,07 |
| 4. Tag | 98 mg | 45 mg | 53 mg | 2,18 |
| 5. Tag | 119 mg | 66 mg | 53 mg | 1,81 |
| 6. Tag | 123 mg | 65 mg | 58 mg | 1,89 |
| 7. Tag | 137 mg | 75 mg | 62 mg | 1,83 |
| 8. Tag | 124 mg | 63 mg | 61 mg | 1,97 |
| | | *2. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 64 mg | 24 mg | 40 mg | 2,66 |
| 2. Tag | 81 mg | 40 mg | 41 mg | 2,02 |
| 3. Tag | 97 mg | 43 mg | 54 mg | 2,25 |
| 4. Tag | 129 mg | 67 mg | 62 mg | 1,93 |
| 5. Tag | 121 mg | 65 mg | 56 mg | 1,86 |
| 6. Tag | 134 mg | 75 mg | 59 mg | 1,79 |
| 7. Tag | 148 mg | 81 mg | 67 mg | 1,83 |
| 8. Tag | 132 mg | 72 mg | 60 mg | 1,84 |
| | | *3. Beobachtungsreihe* | | |
| 1. Tag | 85 mg | 41 mg | 44 mg | 2,07 |
| 2. Tag | 99 mg | 44 mg | 45 mg | 2,25 |
| 3. Tag | 123 mg | 63 mg | 60 mg | 1,95 |
| 4. Tag | 149 mg | 83 mg | 67 mg | 1,82 |
| 5. Tag | 153 mg | 79 mg | 76 mg | 1,94 |
| 6. Tag | 141 mg | 71 mg | 70 mg | 1,99 |
| 7. Tag | 132 mg | 62 mg | 70 mg | 2,13 |
| | | *4. Beobachtugnsreihe* | | |
| 1. Tag | 69 mg | 30 mg | 39 mg | 2,30 |
| 2. Tag | 84 mg | 37 mg | 47 mg | 2,27 |
| 3. Tag | 103 mg | 49 mg | 54 mg | 2,10 |
| 4. Tag | 97 mg | 51 mg | 46 mg | 1,90 |
| 5. Tag | 131 mg | 64 mg | 67 mg | 2,05 |
| 6. Tag | 152 mg | 79 mg | 73 mg | 1,93 |
| 7. Tag | 161 mg | 85 mg | 76 mg | 1,89 |
| 8. Tag | 149 mg | 78 mg | 71 mg | 1,91 |
| 9. Tag | 131 mg | 72 mg | 59 mg | 1,82 |

besonderen für das 5. Raupenstadium mit seinem tiefen Temperaturschwellenwert.

*Mittelwerte und Streuung*

| | |
|---|---|
| Trockengewicht der täglich verzehrten Nahrungsmenge | 116 ± 30 mg |
| Trockengewicht der täglich abgegebenen Kotmenge | 56 ± 20 mg |
| Trockengewicht der täglich resorbierten Nahrungsmenge | 60 ± 11 mg |
| Stoffwechselquotient | 2,04 ± 0,21 |

*Umgerechnet auf 10 Raupen*

| | |
|---|---|
| Trockengewicht der täglich verzehrten Nahrungsmenge | 58 ± 15 mg |
| Trockengewicht der täglich abgegebenen Kotmenge | 28 ± 10 mg |
| Trockengewicht der täglich resorbierten Nahrungsmenge | 30 ± 6 mg |
| Stoffwechselquotient | 2,04 ± 0,21 |

**Stoffwechsel der Kiefernspannerraupen**

L 3

Der Schartenfraß des 3. Raupenstadiums beschränkt sich, wie schon ENGEL (1939) angibt, in der Hauptsache auf Epidermis und Parenchym der Kiefernnadeln. Das Leitgewebe wird nicht oder nur wenig angegriffen.

Die relativ geringe Fraßmenge von L 3 bereitete bei der Auswertung erhebliche Schwierigkeiten. Es war nötig, hierbei wenigstens 20 Tiere je Zuchtschale zu verwenden. Eine gewisse Beeinträchtigung durch gegenseitige Störung bei der Nahrungsaufnahme infolge des beengten Lebensraumes war nicht zu vermeiden.

Innerhalb der einzelnen Raupenstadien zeigen die Spannerraupen unter konstanten Temperaturverhältnissen ein gleichmäßiges Längenwachstum. Diesem Längenwachstum entspricht die Nahrungsaufnahme: Im Verlauf des Versuches nimmt gewichtsmäßig die verzehrte Nahrungsmenge zu. Wie bei Nonne und Eule sinkt sie auch beim Spanner kurz vor der nächsten Häutung etwas ab.

Um vergleichbare Ergebnisse der Stoffwechselvorgänge beim Spanner zu Nonne und Eule zu erhalten, wurden die mitgeteilten Durchschnittswerte von L 3 auf je 10 Versuchstiere bezogen.

Tabelle 21 stellt für L 3 bei einer Temperatur von 22° C den Ablauf einer gesamten Versuchsreihe (in 4facher Wiederholung) mit insgesamt 80 Tieren dar. Sie läßt die eingangs erwähnte Steigerung der Nahrungsaufnahme mit zunehmendem Raupenalter erkennen, das mit einem kontinuierlichen Längenwachstum Hand in Hand geht. Auch bei Spannerraupen ist ein Nachlassen der Fraßtätigkeit unmittelbar vor der nächsten Häutung festzustellen. Der vergleichsweise hohe Stoffwechselquotient deutet auf gute Nahrungsausnutzung. Zu Anfang dieses Stadiums ist mengenmäßig die resorbierte Nahrung größer als die abgegebene Kotmenge.

Für Nahrungsaufnahme und Verarbeitung des 3. Raupenstadiums ist ein deutlicher Einfluß der jeweils herrschenden Lufttemperatur festzustellen: Bei 22° C wird im Durchschnitt die doppelte Nadelmenge aufgenommen wie von

*Tabelle 22*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 3 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 28 ± 9 mg | 11 ± 4 mg | 17 ± 2 mg | 2,54 |
| 18° | 42 ± 13 mg | 18 ± 6 mg | 24 ± 5 mg | 2,30 |
| 22° | 58 ± 15 mg | 28 ± 10 mg | 30 ± 6 mg | 2,04 |
| 24,5° | 54 ± 16 mg | 29 ± 9 mg | 25 ± 7 mg | 1,86 |

Raupen gleichen Alters bei 14° C. Ähnlich liegen die Verhältnisse für die Kotabgabe und für die resorbierte Nahrungsmenge (vgl. Tabelle 22).

Durch die mit zunehmender Temperatur sich vermindernde Nahrungsausnutzung, die sich in einer Abnahme des Stoffwechselquotienten äußert, erfährt die Kotabgabe eine Erhöhung um das Zweieinhalbfache, während die resorbierte Nahrungsmenge unter dem doppelten Wert bleibt. Für die Temperatur von 24,5° C konnte keine Steigerung der untersuchten Funktionen gefunden werden, obwohl hier für L 3 die kürzeste Entwicklungszeit ermittelt wurde. In dieser Temperaturstufe ist die Fraßtätigkeit im Durchschnitt leicht abgeschwächt. Die Kotabgabe entspricht annähernd jener unter 22° C. Die resorbierte Nahrungsmenge nimmt ab infolge einer Verschlechterung der Nahrungsausnutzung.

Über die während der ganzen Entwicklungszeit gefundenen Werte gibt Tabelle 23 Aufschluß:

*Tabelle 23*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 3-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 1 876 mg | 737 mg | 1 139 mg | 67 |
| 18° | 1 722 mg | 738 mg | 984 mg | 41 |
| 22° | 1 856 mg | 896 mg | 960 mg | 32 |
| 24,5° | 1 404 mg | 754 mg | 650 mg | 26 |

Trotz der erheblich längeren Entwicklungszeit in tieferen Temperaturen bleibt die aufgenommene Nahrungsmenge für alle Temperaturstufen annähernd gleich. Lediglich bei 24,5° C tritt eine merkliche Abnahme der Nahrungsaufnahme ein. Die resorbierte Nahrungsmenge zeigt hier den geringsten Wert. Das Höchstmaß der Nahrungsresorption lag bei 14° C.

## L 4

Auf Grund von Laborversuchen hatte KALANDADZE (1927) eine Verdoppelung der Nahrungsaufnahme für L 4 gegenüber L 3 festgestellt. Seine Angaben werden durch die vorliegenden Untersuchungen auch für verschiedene Temperaturstufen ergänzt und bestätigt. Die Steigerung der Fraßintensität erlaubte die Zahl der Versuchstiere auf 10 Raupen je Zuchtschale zu verringern. Störungen bei der Nahrungsaufnahme konnten dadurch beseitigt

*Tabelle 24*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 4 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 53 ± 17 mg | 28 ± 11 mg | 25 ± 6 mg | 1,89 |
| 18° | 86 ± 26 mg | 47 ± 14 mg | 39 ± 9 mg | 1,83 |
| 22° | 117 ± 39 mg | 69 ± 22 mg | 48 ± 14 mg | 1,71 |
| 24,5° | 92 ± 37 mg | 55 ± 19 mg | 37 ± 13 mg | 1,67 |

werden. Über die Durchschnittswerte der täglichen Nahrungsaufnahme, Kotabgabe und resorbierten Nahrungsmenge von L 4 gibt Tabelle 24 Aufschluß.

Mit steigender Temperatur werden alle Stoffwechselvorgänge intensiver, erreichen bei 22° C einen Höchstwert und sinken unter 24,5° C wieder merklich ab. Die Nahrungsausnutzung nimmt von 14° C bis 24,5° C ständig ab (vgl. Stoffwechselquotient).

Im Rahmen der Gesamtentwicklung der L 4-Stufe (Tab. 25) liegt der Höchstwert der aufgenommenen Nahrungsmenge bei 22° C.

*Tabelle 25*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 4-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 4 134 mg | 2 184 mg | 1 950 mg | 78 |
| 18° | 4 558 mg | 2 491 mg | 2 067 mg | 53 |
| 22° | 5 382 mg | 3 174 mg | 2 208 mg | 46 |
| 24,5° | 4 784 mg | 2 860 mg | 1 924 mg | 52 |

Dasselbe gilt für Kotabgabe und resorbierte Nahrungsmenge: Der Höchstwert beider liegt ebenfalls bei 22° C. Die erheblich längere Fraßzeit bei 14° C vermag nicht den intensiveren Ablauf der Stoffwechsels unter höheren Temperaturen auszugleichen. Nicht nur im täglichen Durchschnitt, sondern auch im gesamten Stoffwechsel macht sich der hemmende Einfluß der 24,5° C-Temperatur bemerkbar. Sie wirkt sich besonders auf die resorbierte Nahrungsmenge aus, die in dieser Temperaturstufe den Mindestwert erreichte.

## L 5

Ende August traten in den zur Futtergewinnung ausgewählten Kiefernbeständen des Perlacher Forstes Verfärbungen der Nadeln auf, die durch den phytopathogenen Pilz *Hypodermella sulcigena* Tub. verursacht wurden (Keller 1956)[3]. (Das Krankheitsbild erinnert an das durch die Kiefernschütte *Lophodermium pinastri* Schrad. verursachte.) Diese Nadelverfärbung konnte bald an allen Kiefern beobachtet werden, und von der 2. Septemberhälfte an war es kaum noch möglich, gesundes Nadelmaterial zu Fütterungszwecken zu finden.

In einem gesonderten Versuch wurden L 5-Raupen bei Zimmertemperatur mit Nadeln gefüttert, die teilweise deutlich Krankheitssymptome aufwiesen. Die pilzinfizierten Nadeln wurden zwar von den Raupen gefressen, gesunde aber eindeutig bevorzugt. Ein Anstieg der natürlichen Mortalität trat in den Zuchten nicht ein. Demnach dürfen die Daten für L 5 ohne Vorbehalte mit jenen für L 3 und L 4 verglichen werden.

Mit der erheblichen Größenzunahme ist für L 5 gegenüber L 4 erneut eine bedeutsame Zunahme der Fraßintensität verbunden, die annähernd einer *Verdreifachung* des Nahrungsverbrauches gleichkommt. Dies gilt für die Temperaturstufen von 14° C und 18° C. Bei 22° C und 24,5° C reduzieren

[3] Die Untersuchung der kranken Nadeln und die Bestimmung des Pilzes wurde freundlicherweise von Herrn Forstmeister Dr. H. Keller (Forstbotanisches Institut München) übernommen, wofür hier besonders gedankt sei.

sich die Stoffwechselvorgänge erheblich. Ein Hinweis, daß diese Temperaturen oberhalb des vitalen Optimums sich bereits im Pejusbereich der L 5-Stufe befinden. Die bei 24,5° C gewonnenen Ergebnisse sind nur bedingt verwertbar: Durch hohe Mortalität im Laufe des Versuches mußten hier 90 % der Versuchstiere durch Raupen aus den Ersatzzuchten ergänzt werden.

Über die im täglichen Durchschnitt gewonnenen Wert gibt Tabelle 26 Aufschluß. (Für die unter 24,5° C mitgeteilten Werte gilt der obige Vorbehalt.)

*Tabelle 26*

**Tägliche Durchschnittswerte und Streuung von je 10 Raupen L 5 in Abhängigkeit von der Temperatur**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Stoffwechsel-quotient |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 160 ± 54 mg | 105 ± 32 mg | 55 ± 15 mg | 1,52 |
| 18° | 210 ± 78 mg | 142 ± 51 mg | 68 ± 17 mg | 1,48 |
| 22° | 151 ± 62 mg | 125 ± 47 mg | 26 ± 8 mg | 1,21 |
| 24,5° | 138 ± 91 mg | 116 ± 65 mg | 22 ± 9 mg | 1,19 |

Die Höchstwerte lagen sowohl für Nahrungsaufnahme und Kotabgabe wie auch für die resorbierte Nahrungsmenge bei 18° C. Die beste Nahrungsausnutzung – angezeigt durch den größten Stoffwechselquotienten – wurde bei 14° C festgestellt.

In den Temperaturstufen 14° C und 18° C ist die Kotabgabe während der ganzen Entwicklungszeit der L 5-Stufe annähernd gleich. Nur die Menge der aufgenommenen und resorbierten Nahrung nimmt bei 14° C geringfügig zu (Tab. 27). Wesentlich verringert wird die Nahrungsresorption bei 22° C. Auch wird hier eine merklich geringere Nadelmenge aufgenommen, nur die abgegebene Kotmenge zeigt gewichtsmäßig den größten Wert. Daraus ist eine schlechtere Nahrungsausnutzung für diesen Temperaturbereich ersichtsichtlich. Auf die Wiedergabe der Werte bei 24,5° C wurde aus den oben genannten Gründen verzichtet.

*Tabelle 27*

**Nahrungsresorption von je 40 Versuchsraupen in Abhängigkeit von den Temperaturen für die ganze Entwicklungsdauer der L 5-Stufe**

| Temp. in ° C | Verzehrte Nahrungsmenge | Abgegebene Kotmenge | Resorbierte Nahrungsmenge | Anzahl der Versuchstage |
|---|---|---|---|---|
| 14° | 15 680 mg | 10 390 mg | 5 390 mg | 98 |
| 18° | 15 330 mg | 10 336 mg | 4 964 mg | 73 |
| 22° | 13 641 mg | 11 345 mg | 3 366 mg | 91 |

Die im täglichen Durchschnitt ermittelten Werte für je 10 Spannerraupen sind in Abb. 11 zusammenfassend graphisch dargestellt. Aus ihr kann der Einfluß der jeweils herrschenden Lufttemperatur auf die hier behandelten Stoffwechselverhältnisse für die einzelnen Altersstadien entnommen werden. Zwar beeinflußt in erster Linie das jeweilige Alter der Raupen deren Fraßtätigkeit und die daraus resultierenden Werte für Kotabgabe und Nahrungs-

resorption. Doch ist der verstärkende oder vermindernde Temperatureinfluß – als zweiter Faktor – eindeutig zu erkennen.

Während bei der Kieferneule unter gleichen Temperaturen, aber in verschiedenen Altersstadien, annähernd der gleiche Stoffwechselquotient festgestellt werden konnte, entsprechen die Verhältnisse beim Spanner jenen der Nonne: Der Prozentsatz der resorbierten Nahrung vermindert sich mit zunehmendem Raupenalter und steigender Temperatur.

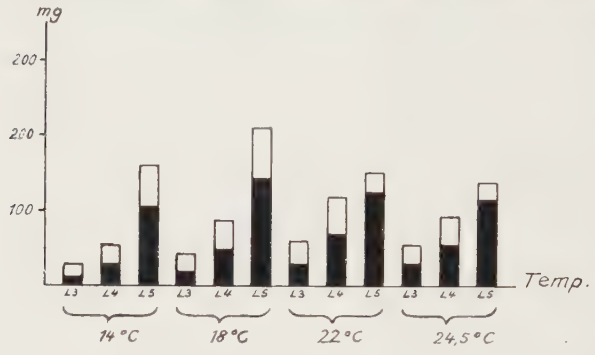



*Abb. 11.* Im täglichen Durchschnitt ermittelten Werte von je 10 Kiefernspannerraupen über die Fraßmenge, abgegebene Kotmenge und resorbierte Nahrung

Das Abnehmen des Stoffwechselquotienten mit steigender Temperatur steht auch beim Spanner möglicherweise in ursächlichem Zusammenhang mit der kürzeren Darmzeit der Raupen. Die Einwirkzeit der Verdauungssäfte dürfte nicht ausreichen, den ganzen Nahrungsbrei zu durchdringen und so die verdaulichen Stoffe der Resorption zugänglich zu machen. Was die Abnahme der Nahrungsausnutzung mit zunehmendem Alter betrifft, so konnte hierfür durch mikroskopische Kotuntersuchungen eine unterschiedliche Aufschließung der aufgenommenen Nadeln festgestellt werden. In Kotballen von L 5 finden sich gegenüber von L 3 erheblich größere Nadelstücke. Es dürften demnach bei L 5 weniger Zellen des Nahrungssubstrates mechanisch für die Verdauung aufgeschlossen werden als bei L 3.

Die Beschleunigung physiologischer Prozesse durch Temperatursteigerung – im Sinne der R. G. T.-Regel – läßt sich im übrigen auch beim Stoffwechsel der Spannerraupen für gewisse Temperaturbereiche feststellen.

### Puppengewichte und Eizahlen

Bekanntlich sucht die ausgewachsene Raupe des Kiefernspanners zur Verpuppung im Freiland die Bodenstreu auf. Diesem Umstand wurde durch Moospolsterung der Ränder in den Hygrostatenschalen Rechnung getragen (vgl. Seite 135). Während der verschiedenen Phasen des Vorpuppenstadiums blieben die Tiere noch den jeweiligen Aufzuchtstemperaturen unterworfen. Durch vorsichtiges Entfernen der Moosschicht wurde der Fortgang der Verpuppung laufend überwacht. Während bei der Eule Gespinstfäden die Kontrolle erschwerten, erleichterte das Fehlen solcher Gespinste beim Spanner diese Arbeit. Im Gegensatz zu Kieferneulenraupen nimmt aber die Spinnfähigkeit von Spannerraupen mit zunehmendem Alter ständig zu. Die Trennung von Kot- und Nadelabbissen war daher bei den Versuchen mit dem letzten Raupenstadium sehr zeitraubend.

Zur Überwinterung wurden die Puppen – nach vorheriger Wägung – in

Drahtkäfigen, die mit Sand und feuchtem Moos ausgelegt waren, ins Freie verbracht. Insgesamt gelangten in den einzelnen Temperaturstufen 97 Raupen zur Verpuppung, und zwar bei:

14° C: 34 Puppen (19 Weibchen und 15 Männchen)
18° C: 38 Puppen (21 Weibchen und 17 Männchen)
22° C: 21 Puppen (10 Weibchen und 11 Männchen)
24,5° C: 4 Puppen ( 1 Weibchen und 3 Männchen).

Auf Grund seiner Untersuchungen in norddeutschen Kiefernrevieren bezeichnet SCHWERDTFEGER (1953) 140 bis 150 mg als „Normalgewicht" der weiblichen Puppen. Erhebliche Abweichungen nach oben oder unten sind nach ihm in einzelnen Jahren möglich. Überschreitung des „Normalgewichtes" stellte er bei steigender Populationsdichte fest, während niedere Gewichte sich bei rückläufiger Populationsdichte fanden. Dabei verweist er auf die Untersuchungen BRANDTS (1936), der bei Material aus zwei verschiedenen Herkünften unterschiedliche Durchschnittspuppengewichte fand. Eine von SCHWERDTFEGER (1953) vorgenommene Durchsicht der Puppenbücher der Forstämter Miele und Burgsittensen, aus denen BRANDT (1936) sein Material bezog, bestätigen SCHWERDTFEGERS (1953) Ergebnisse. Die hohen Durchschnittsgewichte im Forstamt Miele fielen mit einem Populationsanstieg zusammen, die niederen im Forstamt Burgsittensen mit einer Abnahme der Bevölkerungsdichte.

Wie eingangs erwähnt, stammte das Ausgangsmaterial der vorliegenden Untersuchung aus dem oberbayerischen Forstamt Geisenfeld, wo 1954 ein Anstieg der Populationsdichte vorlag. Demnach wären auch für die bei meinen Untersuchungen anfallenden Puppen *hohe* Durchschnittsgewichte zu erwarten gewesen. Wie aus den Tabellen 28 und 29 aber hervorgeht, wurde nur bei einer Temperatur (18° C!) ein Durchschnittsgewicht ermittelt, das der Größenordnung des SCHWERDTFEGERschen (1953) „Normalgewichtes" entspricht. Diese Temperaturstufe, in Verbindung mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75 %, dürfte bei ausreichender Futterversorgung für die Spannerraupen L 5 die günstigsten Lebensbedingungen darstellen.

*Tabelle 28*

**Weibliches Puppengewicht**

| Temp. ° C | 14 | 18 | 22 | 24,5 |
|---|---|---|---|---|
| n | 19 | 21 | 10 | 1 |
| M und $\sigma$ | 120 ± 24 mg | 143 ± 21 mg | 103 ± 29 mg | (58 mg) |
| Maximum | 152 mg | 182 mg | 148 mg | — |
| Minimum | 78 mg | 94 mg | 57 mg | — |

*Tabelle 29*

**Männliches Puppengewicht**

| Temp. ° C | 14 | 18 | 22 | 24,5 |
|---|---|---|---|---|
| n | 15 | 17 | 11 | 3 |
| M und $\sigma$ | 85 ± 13 mg | 103 ± 20 mg | 80 ± 11 mg | (87 mg |
| Maximum | 104 mg | 137 mg | 101 mg | 61 mg |
| Minimum | 59 mg | 67 mg | 61 mg | 39 mg) |

Während bei der Kieferneule die männlichen und weiblichen Puppen annähernd gleiche Gewichte aufwiesen, ist die weibliche Puppe des Kiefernspanners erheblich schwerer als die männliche. Ähnliche Verhältnisse fanden sich schon bei der Nonne. Sowohl BRANDT (1936) wie auch SCHWERDTFEGER (1953) geben beim Spanner eine Gewichtsdifferenz der Geschlechter von rund 30% an. Die bei den vorliegenden Untersuchungen anfallenden Puppen zeigten ebenfalls Gewichtsunterschiede dieser Größenordnung.

Mitte März wurden die im Freiland überwinterten Puppen stufenweise in Zimmertemperatur überführt. Während der winterlichen Puppenruhe trat ein geringfügiger Gewichtsverlust ein, der je nach dem Durchschnittsgewicht der Puppen verschieden war. So verringerte sich das mittlere weibliche Pup-Gewichtsverlust von annähernd 6% ermitteln. Die festgestellte größte Gewichtsabnahme bei hohen Durchschnittsgewichten steht im Gegensatz zu den verlust von rund 8% gleichkommt. Für die gesamten Puppen ließ sich ein pengewicht der Zucht bei 18° C von 143 mg auf 132 mg, was einem Gewichts-Beobachtungen BRANDTs (1936), der für alle Gewichtsklassen annähernd gleiche Gewichtsabnahme fand. Der prozentuale Gewichtsverlust ist also bei ihm für hohe Durchschnittsgewichte am geringsten. In einem Laborversuch ermittelte EIDMANN (1927) von Januar bis März eine Gewichtsabnahme von 35,6% des ursprünglichen Puppengewichtes. Ein derartig hoher Gewichtsverlust ist bei meinen Untersuchungen in keinem Falle festgestellt worden. Die Widersprüche dürften mit der unterschiedlichen Behandlung des Materials zusammenhängen: EIDMANN (1927) hielt seine Puppen bei Zimmertemperatur in Glaszylindern, die mit Watte ausgelegt und auf die ein angefeuchtetes Fließpapier gelegt war. Das Versuchsmaterial von BRANDT (1936) und STAHL (1939) (mit einem Gewichtsverlust von 3,9% bzw. 3,4% während der Wintermonate) wurde entweder im Freiland selbst oder unter Bedingungen aufbewahrt, die den Freilandverhältnissen entsprachen. Der geringere durchschnittliche Gewichtsverlust ihrer Puppen ist vermutlich dem Umstand zuzuschreiben, daß ihre erste Wägung nicht unmittelbar nach der Verpuppung durchgeführt wurde. Solche zeitlichen Unterschiede in der Vornahme von Wägungen dürften letztlich für die Abweichungen der Gewichtsabnahme bestimmend sein.

Während der winterlichen Puppenruhe waren bei den eignen Versuchen geringe Ausfälle durch Vertrocknen und Verjauchen eingetreten. Von 96 gesunden Puppen, die am Ende der Stoffwechseluntersuchungen vorlagen, vertrockneten aus der Zucht bei 24,5° C 2 Männchen und 1 Weibchen. Aus der Zucht bei 18° C waren 2 weibliche Puppen verjaucht und 1 männliche vertrocknet. Die bei 14° C und 22° C gewonnenen Puppen lieferten sämtlich Falter. Ausfälle durch Verpilzen kamen bei Spannerpuppen nicht zur Beobachtung.

Über die mittlere Eizahl des Kiefernspanners finden sich in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben, wie die Zusammenstellungen bei SCHWERDTFEGER (1932b) und SUBKLEW (1939) zeigen. Danach schwankt die mittlere Eizahl zwischen 30 und 189 Eiern.

Auch beim Kiefernspanner wurde die Relation zwischen Eiproduktion des Falters und Gewicht der weiblichen Puppe mehrfach untersucht (BRANDT 1936 und STAHL 1939). STAHL (1939) stellte fest, daß diese Beziehung für den Kiefernspanner nicht konstant ist und zeigt, daß die Funktion Puppengewicht–Eizahl zwar in linearer Abhängigkeit steht, aber ihre Lage im Ko-

ordinatensystem sich je nach Jahr und Herkunft des Materials ändert. Neuerdings kam SCHWERDTFEGER (1953) zu ähnlichen Ergebnissen: Er zeigte an Hand eines Beispieles aus der Schorfheide, daß die Eiproduktion der Spannerweibchen über mehrere Jahre hinweg (1935 bis 1945) *trotz* stark wechselnder mittlerer Puppengewichte annähernd gleich blieb. Demgegenüber vermutet SCHWENKE (1953), daß für eine engbegrenzte Kiefernwaldbiozönose die Relation Puppengewicht–Eizahl konstant ist. Die Inkonstanze dieser Beziehungen soll nach ihm nur auf Abweichungen von optimalen Lebensbedingungen beruhen, die in diesem Falle einen höheren Verbrauch von Reservestoffen zum Betriebsstoffwechsel nach sich ziehen.

Nach EIDMANN (1931) liegt beim Kiefernspanner postmetabole Eientwicklung vor, die allerdings sehr rasch verläuft. Über eine regelmäßige Nahrungsaufnahme der Imagines ist nichts bekannt[4]. Die Produktion legereifer Eier muß auch hier mit der Größe des Fettkörpers zusammenhängen, der während der Eireifung vom Falter aufgebraucht wird. Letztlich wird die Eiproduktion also auch beim Kiefernspanner durch die Anreicherung von Reservestoffen während des Raupenlebens bestimmt.

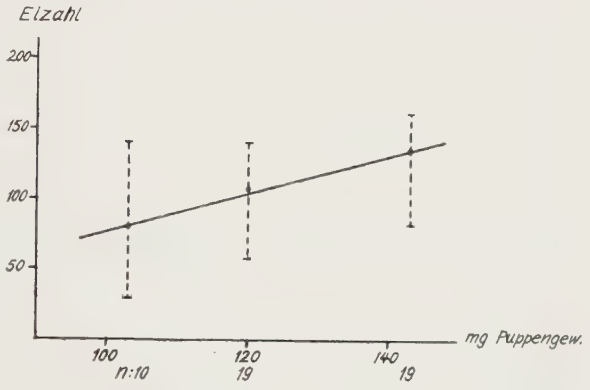



*Abb. 12.* Eiproduktion von Kiefernspannerweibchen aus Puppen unterschiedlicher Gewichtsklassen

Während EIDMANN (1931) keinen Unterschied in der Eizahl begatteter und unbegatteter Kiefernspannerweibchen feststellen konnte, ermittelte BRANDT (1936) einen solchen von einer bestimmten Gewichtsklasse (der weiblichen Puppe) ab. Aus diesem Grunde wurde den geschlüpften Weibchen durch Zugabe von Männchen Möglichkeit zur Kopulation gegeben. Jeder weibliche Falter wurde für sich zur Eiablage in einen Drahtkäfig oder Glaszylinder gebracht. Nach Eintritt des physiologischen Alterstodes wurden auch hier die im Abdomen verbliebenen legereifen Eier – meist nur wenige Stück – zu den bereits abgelegten hinzugezählt.

Die durchschnittliche Eizahl des vorliegenden Materials steht, wie das Diagramm 12 erkennen läßt, in linearer Abhängigkeit zum weiblichen Puppengewicht. Ob dies auch für andere Herkünfte und Jahrgänge gilt, konnte an Hand meines Materials nicht entschieden werden. Die Relation Puppengewicht und Temperatur, ebenso Eizahl und Temperatur ist in Abb. 13 und 14 an Hand der vorliegenden Ergebnisse dargestellt.

Auch beim Kiefernspanner ist der Unterschied im weiblichen Puppengewicht mit $p < 0{,}0002$ zwischen $18^0$ C und $22^0$ C sehr gut gesichert. Bei p

[4] Im Sommer 1955 konnte im Labor eine Wasseraufnahme der Falter beobachtet werden. Wahrscheinlich nehmen die Falter im Freiland auch Nahrung auf, wenn sich ihnen hierzu eine Gelegenheit bietet (z. B. Blütenbesuch oder Honigtauaufnahme).

0,0025 ist der Unterschied im Puppengewicht zwischen 14° C und 18° C noch gesichert.

Bei einer Aufzuchtstemperatur der Raupen von 18° C wurde das höchste Durchschnittsgewicht der weiblichen Puppen und die größte mittlere Eizahl von 134 legereifer Eier ermittelt. Dieser Wert muß für die hier untersuchte Spannergeneration als optimale Eizahl angesehen werden. Dem Ablauf des Versuches nach zu urteilen – geringste Mortalität und kürzeste Entwicklung bei dieser Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit – stellt dieser Wert in

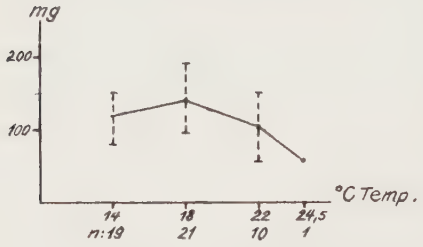



*Abb. 13.* Weibliches Puppengewicht bei Aufzucht der Spannerraupen unter verschiedenen Temperaturen

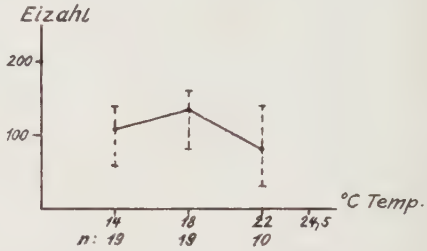



*Abb. 14.* Produktion legereifer Eier von Spannerweibchen bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

Verbindung mit einem entsprechend günstigen Sexualindex das „absolute Vermehrungspotential" dar, das nach Zwölfer (1931) im Optimum aller maßgebenden Bedingungen zur Auswirkung kommt. Sowohl die Einwirkung einer Temperatur von 14° C, wie auch einer solchen von 22° C führt zu leichteren Puppen und zu geringerer Eiproduktion.

Auch für den Spanner trifft der von Zwölfer (1934) vermutete günstigste Ablauf der Stoffwechselvorgänge im Bereich des vitalen Temperatur-Feuchte-Optimums zu, der dem Bereich größter Überlebenswahrscheinlichkeit entspricht.

## F. Untersuchungen an Wachsmotten

Bekanntlich gehören die Raupen der beiden Wachsmottenarten *Galleria mellonella* L. und *Achroia grisella* Fabr. *(Lep. Pyralidae)* durch ihre wabenzerstörende Tätigkeit zu den wirtschaftlich ernst zu nehmenden Schädlingen der Bienenzucht.

Bodenheimer (1928) erwähnt in seinen „Materialien zur Geschichte der Entomologie" neben Aufzeichnungen von Aristoteles solche von Palladius, die schon Anweisungen zur Wachsmottenbekämpfung gaben. Hinweise in dieser Richtung finden sich auch im Schrifttum des Mittelalters, für das die Bienenzucht wirtschaftlich erheblich größere Bedeutung besaß als für unsere Zeit. Selbst die Suren des Korans erwähnen sie. Die Vielzahl der in- und ausländischen Arbeiten über Biologie und Bekämpfung der Wachsmotte neuerer Zeit, entspricht der Bedeutung dieses Schädlings. Von neueren Arbeiten seien hier nur jene von Borchert (1933, 1933 b, 1935) über die große Wachsmotte und die von Kunike (1930) über die kleine Wachsmotte erwähnt.

Nach den vorliegenden Literaturangaben sind beide Wachsmottenarten Kosmopoliten. In Australien ist die große Wachsmotte seit 1872 durch Ein-

schleppung neben der kleinen Wachsmotte vertreten (Morison 1951). Es scheint sich das Vorkommen der Wachsmotten mit dem durch menschliche Maßnahmen weltweit ausgedehnten Verbreitungsgebiet der Honigbiene zu decken. Ihr Auftreten beschränkt sich aber nicht auf die Waben von *Apis mellifica* L. Milum (1940) fand sie in Hummelnestern. Rahmann (1948) zählt die große Wachsmotte zu den Feinden von *Apis indica* F., Linsley (1942) nennt die kleine Wachsmotte als Mitbewohner wilder Bienen- und Hummelnester.

Als normales Nahrungssubstrat der Wachsmotten gelten die Waben der Honigbiene. Gute Entwicklungsbedingungen finden sie in Brutwaben, besonders in solchen, die schon mehrmals bebrütet wurden. Ihre Aufzucht gelingt u. a. auch mit peptonisierten Pollen, mit Deckeln von Brutzellen und Wachsmottenraupenkot. Total- oder Teilentwicklung wurde in artfremden Stoffen wie Stroh, Zucker, Mehl, Paraffin und Honigkuchen festgestellt (Borchert 1933 a und Kunike 1930). Mit Hilfe von symbiontisch im Darm lebenden Bakterien wird von den Raupen durch eine spezialisierte Lipase bis zu 40 % des aufgenommenen Wachses verdaut (Florkin 1949). Während die Kohlenwasserstoffe bei der Verdauung nicht angegriffen werden, gelangen die hochmolekularen Alkohole, die Fettsäuren mit langen Ketten und ein Teil der Ester zur Verdauung (Duspiva 1935). Die benötigten Stickstoffverbindungen entnehmen die Raupen normalerweise den Larvenhäuten der Bienenmaden, den Pollenresten und den Verunreinigungen der Bienenwaben. Aus diesem Grunde bieten gerade alte Brutwaben den Schädlingen beste Ernährungsbedingungen.

Das Auftreten der Wachsmotten im bewohnten und unbewohnten Bienenstock läßt von vorneherein eine breite ökologische Valenz vermuten. Andererseits deutet ihre enge Vergesellschaftung mit der Honigbiene – einem sozialen Insekt mit Wärmehaushalt – an, daß zumindest gewisse Stadien optimale Entwicklungsbedingungen nur in begrenzten Temperaturbereichen finden. Diese Fragen zu klären war mit ein Ziel der vorliegenden Untersuchungen.

Die ursprüngliche Absicht, die Nahrungsaufnahme und Resorption der Wachsmottenraupen nach Art der Nonnen-Eulen-Spanneruntersuchungen durchzuführen, erwies sich als technisch nicht durchführbar.

## Spezielles zum Material und zur Methode

Die Zucht der Wachsmotten in größeren mit einem Leinentuch verschlossenen Glaszylindern ist ohne Schwierigkeit bei Zimmertemperatur möglich. Zur schnelleren Vermehrung des Ausgangsmaterials fanden im vorliegenden Falle die Zuchtbehälter Aufstellung in einem Thermostaten bei einer Temperatur von 26° C[5]. Die zur Verpuppung schreitenden Raupen versuchten des öfteren mit Erfolg, das abschließende Tuch zu durchnagen. Durch doppelte Tuchbespannung konnte diesem Mißstand abgeholfen werden. Die sich durchbohrenden Larven verpuppten sich dann zwischen den beiden Verschlußtüchern.

Zur Erzielung der Eiablage wurden die Falter in Petrischalen gesetzt, deren Boden mit schwarzem ziehharmonikaartig zusammengefaltetem Papier ausgelegt war. Die weiblichen Falter, ausgestattet mit einer langen und sehr beweglichen Legeröhre, bevorzugten die künstlichen Ritzen durchwegs zur Eiablage, und nur vereinzelt fanden sich Gelege zwischen Boden- und Deckelteil der Petrischalen.

[5] Von Herrn Prof. Dr. W. Zwölfer wurden mir freundlicherweise befallene Waben und mehrfach bebrütete Futterwaben zur Verfügung gestellt, wofür hier bestens gedankt sei.

Als Versuchsgefäße fanden die zur Feuchtigkeitsregulierung eingerichteten Hygrostatenschalen Verwendung, die unter verschiedenen Temperaturen im Brückenthermostaten Aufstellung fanden (Zwölfer 1933). Für die äußerst beweglichen Eiraupen genügte eine Bespannung der Zuchtschalen mit Glasbatist nicht, auch bei Verwendung von Kunstfasern (Perlon und Nylon) konnte nicht verhindert werden, daß sich immer wieder Tiere durchbohrten oder durchfraßen und in den feuchten Salzen umkamen. Die Fähigkeit, kleinste Lücken aufzufinden und auszunutzen, schützt innerhalb des Stockes die Eiraupe weitgehend vor den Nachstellungen durch die Honigbiene. Nach mehreren Versuchen erwies sich Bronzegewebe, wie es in der Benzinmotorentechnik verwandt wird (Drahtstärke 0,04 mm, Maschenweite 0,064 mm), als brauchbarer Abschluß der Zuchtschalen.

Eine weitere Verminderung der Ausfälle und eine wesentliche Verbesserung der Zuchtbedingungen der Eiraupen wurde durch Gemüllzugabe aus der Wachsmottenstammzucht erzielt. In vielen Fällen gelang eine Aufzucht ohne diese Zugabe überhaupt nicht. Vielleicht ist die Thigmotaxis der Wachsmottenraupen die Ursache der Erscheinung. Vermutlich ließ sich durch diese Zugabe auch eine dem natürlichen Habitat entsprechende Umgebung schaffen: Die Jungraupen der Wachsmotten bevorzugen im Bienenstock als Aufenthalt die Bodenbretter mit ihren Wachsresten und Verunreinigungen.

## Eisterblichkeit und Eientwicklung unter verschiedenen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsbedingungen

### *Die kleine Wachsmotte (Achroia grisella Fabr.)*

Die weißlich-gelben Eier der kleinen Wachsmotte sind beim Verlassen der Legeröhre von einer klebrigen Schicht umgeben, die sehr schnell an der Luft erhärtet und die Eier fest mit ihrer Unterlage verbindet. Ein Ablösen der Eier führt daher zu ihrer Zerstörung. Die durchsichtige Eischale läßt Veränderungen im befruchteten Ei während der Embryonalentwicklung annähernd erkennen. Neben Plasmadifferenzierungen in den ersten Entwicklungstagen, zeichnet sich schon bald die Gestalt der Eiraupe schemenhaft ab. Kurz vor dem Schlüpfen wird dann auch die Kopfkapsel sichtbar. Unbefruchtete Eier sind im Farbton mehr gelblich. Auch füllt bei ihnen das Plasma vielfach nicht mehr die ganze Eischale aus.

Im Versuch verblieben die Eier auf ihrer Papierunterlage und wurden zu je 100 Stück aus den „Eikarten" ausgeschnitten. Alle Gelege stammten von Weibchen, deren Begattung beobachtet worden war. Während der Versuchsdauer standen die Eier – die zu Versuchsbeginn in keinem Falle älter als 14 Stunden waren – dauernd unter konstanten Umweltbedingungen. Nur zur täglichen Schlüpfkontrolle kamen sie für etwa 15 Minuten in Zimmertemperatur. Insgesamt gelangten in 63 Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen 6300 Eier zur Beobachtung, über deren Mortalität unter den verschiedenen Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen der Versuchsreihen Tabelle 30 Aufschluß gibt.

Nach diesen Versuchsergebnissen liegt der Temperatur-Feuchtigkeitsbereich für die Eier der kleinen Wachsmotte zwischen 15° C und 33° C und relativen Luftfeuchtigkeitswerten zwischen 18 % und 100 %. Die Bedingungen außerhalb dieser Zone sind bei Daueraufenthalt letal. Der Bereich geringster Sterblichkeit ist demgegenüber sowohl in der Temperatur wie auch in der Luftfeuchte erheblich eingeengt und liegt für die 10 %-Sterblichkeitsgrenze bei dieser Versuchsanordnung im Bereich von 18° C bis 29° C und von 54 % bis etwa 92 % relative Luftfeuchte. Feuchtigkeitsgesättigte Atmosphäre sowie geringe Luftfeuchte (unter 50 %) führen zu erhöhter Mortalität im genannten Temperaturbereich. 0 % relative Luftfeuchte ist bei allen Temperaturen für die Eier tödlich.

*Tabelle 30*

**Sterblichkeit der Eier in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchtigkeit**

| Rel. Luftf. | 100 % | 93-90 % | 77-71 % | 58-50 % | 34-29 % | 18 % | 0 % | Mortalität in % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12° C | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 15° C | 92 | 94 | 91 | 93 | 100 | 100 | 100 | |
| 18° C | 12 | 7 | 9 | 5 | 24 | 84 | 100 | |
| 22° C | 14 | 9 | 4 | 7 | 19 | 71 | 100 | |
| 24° C | 10 | 5 | 9 | 4 | 14 | 69 | 100 | |
| 26° C | 17 | 7 | 3 | 6 | 18 | 81 | 100 | |
| 29° C | 19 | 14 | 8 | 11 | 25 | 100 | 100 | |
| 33° C | 100 | 91 | 85 | 98 | 100 | 100 | 100 | |
| 35° C | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |

Nach 3 Monaten wurden die Eier aus 12° C langsam in höhere Temperaturen überführt und dabei zeigte es sich, daß diese Zeitspanne ausreichte, um alle Eier abzutöten. Der verwendete Feuchtigkeitsbereich blieb in diesem Falle bedeutungslos. Das gleiche gilt für einen 14tägigen Aufenthalt der Eier bei 35° C. Auch hier zeigte sich bei späterer Überführung unter günstige Temperatur-Feuchtigkeitsverhältnisse, daß sämtliche Eier abgestorben waren: sie trockneten ein.

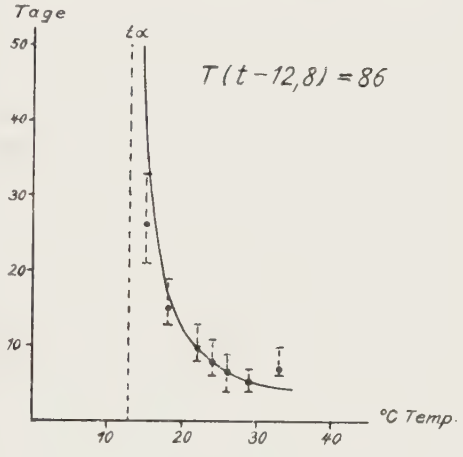



*Abb. 15.* Eientwicklung der kleinen Wachsmotte

Was die Entwicklungsdauer der Eier anbetrifft, so wird sie durch die Lufttemperatur wesentlich beeinflußt. Die Luftfeuchtigkeit besitzt für sie geringe Bedeutung. Während die Mittelwerte der Schlüpfdaten unter verschiedenen relativen Luftfeuchtigkeitswerten keine wesentliche Verschiebung erfahren, wird die Variationsbreite bei höherer Luftfeuchtigkeit enger. In den Versuchsreihen mit vergleichsweise niederer relativer Luftfeuchte wird sie demgegenüber breiter. Im Spielraum der relativen Luftfeuchte zwischen 54 % und 76 % zeigt sich kein Einfluß auf die Embryonalentwicklung.

Wertet man die empirisch gefundenen Daten dieses Bereichs nach der Temperatursummenregel (Blunck 1923) rechnerisch aus, so resultiert für die Entwicklungsdauerabhängigkeit der Eier von *Achroia grisella* Fabr. von der Temperatur die Funktion: T (t – 12,8) = 86. Der untere Temperaturschwellenwert der Entwicklung (= tα) liegt demnach bei + 12,8° C. Innerhalb des Bereiches geringster Sterblichkeit (= vitales Optimum) besteht gute Übereinstimmung mit den Mittelwerten der Versuchsergebnisse (Abb. 15). Lediglich in den Extremtemperaturen, bei denen noch ein Schlüpfen beobachtet wurde, liegen die Werte außerhalb der Kurve. Bei 15° C wird im Versuch die mittlere Entwicklungszeit kürzer als der errechnete Wert, bei 33° C länger. Letztere Temperaturstufe verursacht eine merkliche Verzögerung im Schlüpfen der Eiraupen.

*Die große Wachsmotte (Galleria mellonella L.)*

Um Vergleiche mit der kleinen Wachsmotte durchführen zu können, wurde das Verhalten von je 50 Eiern von *G. mellonella* während der Embryonalentwicklung unter den schon bei *A. grisella* benutzten Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen verfolgt. Insgesamt wurden 3150 Eier von *G. mellonella* zur Untersuchung herangezogen, die nur von Weibchen stammten, die vor der Eiablage kopuliert hatten. Die Eier der großen Wachsmotte sind in ihrer Farbe heller als die der kleinen Wachsmotte und durchscheinend. In ihrer Form sind sie ebenso verschieden gestaltet wie die der kleinen Wachsmotte: bald mehr elliptisch, bald oval oder rund. Nicht selten fanden sich Gelege mit doppelter Schichtung der Eier.

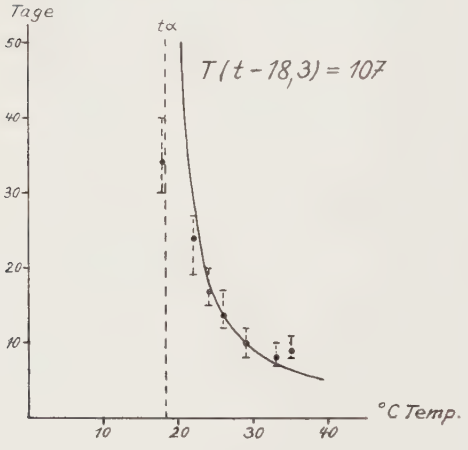



*Abb. 16.* Eientwicklung der großen Wachsmotte

Die Untersuchung der Embryonalentwicklung ergab, daß die vitalen und die optimalen Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen für beide Wachsmottenarten im Eistadium *nicht* übereinstimmen.

Die mit verschiedenen Luftfeuchtigkeitsgraden gemachten Erfahrungen decken sich zwar mit den diesbezüglichen Feststellungen bei der kleinen Wachsmotte. Im Verhalten gegenüber der Lufttemperatur zeigt sich ein grundsätzlicher Unterschied. Nicht nur, daß die Eier der großen Wachsmotte eine höhere Temperatursumme zum Ablauf ihrer Entwicklung benötigen, auch der Bereich wirksamer Temperaturen erfährt eine Verschiebung nach oben. die Eier, die im Versuch 15° C ausgesetzt wurden, starben zu 100 % ab. Bei Daueraufenthalt unter 35° C, der für die Eier der kleinen Wachsmotte absolut tödlich war, ließ im Bereich von 50 % bis 90 % relativer Luftfeuchtigkeit von 150 Versuchseiern der großen Wachsmotte immerhin noch 46, also rund 1/3 zum Schlüpfen kommen.

Um die letale obere Temperaturgrenze zu ermitteln, wurde ein abgesonderter Versuch unter sonst gleichen Feuchtigkeitskombinationen bei 37° C durchgeführt. Hierbei kam es in keinem Falle mehr zum Schlüpfen der Eier. Die obere letale Temperaturgrenze liegt somit für *G. mellonella* zwischen 35° C und 37° C. Andrews (1922) hatte zwar in seinen Untersuchungen unter 37° C noch Eier zum Schlüpfen gebracht. Da er seine „konstanten" Temperaturen durch elektrische Glühbirnen erzeugte, sind seine Ergebnisse mit den vorliegenden kaum zu vergleichen.

Auch die bei 15° C gehaltenen Eier entwickelten sich, nachdem sie 3 Monate dieser Temperatur ausgesetzt waren, wenn sie anschließend schrittweise in höhere Temperaturen überführt wurden, nicht mehr. Sie waren sämtlich abgestorben. Der untere letale Grenzwert für das *G. mellonella*-Ei liegt demnach bei Daueraufenthalt zwischen 15° C und 18° C.

Die in diesem Versuch ermittelten Entwicklungsdauerdaten wurden ebenfalls nach der Temperatursummenregel ausgewertet. Sie ergaben folgende Funktion: $T\,(t-18{,}3) = 107$. In Abb. 16 ist sie dargestellt. Im mittleren Temperaturbereich fügen sich die empirischen Werte gut dem Kurvenverlauf ein. Merkliche Abweichungen ergaben sich für 35° C, wo eine längere Entwicklungszeit als die errechnete zur Beobachtung gelangte.

Aus dem empirisch gefundenen Werte für die Embryonalentwicklung beider Wachsmotten ist ersichtlich, daß die Eier als Überwinterungsstadien – wie auch ZANDER (1947) angibt – wenigstens in nicht bewohnten Beuten, ebenso in Wabenvorräten in ungeheizten Räumen ausscheiden. In bewohnten Bienenstöcken wäre eine Entwicklung während der Wintermonate nur im Bereich der Bienentraube möglich. In diesem Bereich aber würden die Eiraupen voraussichtlich den Bienen zum Opfer fallen.

### *Die große Wachsmotte*

Nach CHASE (1922) und BORCHERT (1933 b) schwankt die Zahl der Häutungen bei den Raupen der großen Wachsmotte in beiden Geschlechtern zwischen 7–9. Die Zahl der Stadien kann demnach 8–10 betragen. Dies trifft auch für Raupen zu, die aus ein und demselben Gelege stammen und erklärt die vergleichsweise große Variationsbreite in der Entwicklungsdauer. Das Längenwachstum vollzieht sich in den ersten Stadien sehr langsam. Dementsprechend bleibt für diese Stufe der Fraßschaden gering. Nach der 4. Häutung und nach jeder weiteren setzt eine erhebliche Größenzunahme ein. Die gesellig fressenden Raupen verursachen nun umfangreiche Schäden am Altwabenmaterial. Auch kommt es jetzt zu starken Gespinstbildungen und zur Anlage von Gespinströhren. Die ausgewachsene Raupe sucht sich einen zur Verpuppung geeigneten Ort, wobei ihre ausgesprochene Thigmotaxis[6] zur Geltung kommt, um dort einen leichten, aber sehr festen Kokon zu spinnen. Während dieser Spinntätigkeit verläßt sie noch mehrmals den Kokon und beklebt ihn von außen mit Wachs- oder Kotresten. In den verwendeten Hygrostatenschalen bauten sie ihr Gespinst mit Vorliebe in die Rinne zwischen Deckel und Schaleneinsatz. Diese Gewohnheit der Raupen ermöglicht, die Spinnruhe und die Metamorphose selbst ohne Störung beobachten zu können. Eine Entfernung des Schalendeckels, der durch die Kokons fest mit der Schale verbunden war, war stets mit einer Beschädigung einzelner Gespinste verbunden. Bei den vorliegenden Versuchen mußte verschiedentlich die Schale geöffnet werden, nachdem sich die ersten Raupen zur Verpuppung eingesponnen hatten, um den noch fressenden Raupen neues Futter zu reichen. Wurden dabei frische Gespinste zerstört, so bauten sich die daraus vertriebenen Raupen bald einen neuen Kokon. Nur unmittelbar vor der Verpuppung unterblieb dies. Trotzdem ging auch bei den verpuppungsreifen Raupen ohne Kokon die Entwicklung zur Puppe weiter. Aus den „nackten Puppen" schlüpften stets normale Falter.

Zur Vornahme der Puppenwägungen wurden die Kokons nur soweit geöffnet, daß die Puppen ohne Beschädigung herausgenommen werden konnten. Gleichzeitig wurden sie dabei nach den bekannten Abdominalmerkmalen auf ihre Geschlechtszugehörigkeit hin untersucht und dann in ihre Ge-

[6] Thigmotaxis ist von Pyraliden allgemein bekannt. Zur Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis Hb.)* fand dieses Verhalten praktische Anwendung (ZWÖLFER 1929).

spinste zurückgelegt. Während der Puppenruhe trat ein durchschnittlicher Gewichtsverlust in beiden Geschlechtern von 6 % (Min. 3,5 %, Max. 11 %) ein.

Die Weibchen der großen Wachsmotte schlüpften mit überwiegend legereifen Eiern, deren Anzahl postmetabol noch geringfügig zunimmt. Während des Imaginallebens brauchen sie die anfänglich noch ansehnliche Fettkörperreserve bis auf geringe Reste auf. Der Beginn der Eiablage ist abhängig vom Alter der Falter und vom Vollzug der Kopula, wobei eigenartigerweise im Gegensatz zum sonstigen Verhalten der Insekten das Weibchen das Männchen aufsucht.

Bleiben die Weibchen unbegattet, dann gelangt erst nach mehreren Tagen ein geringer Teil des Eivorrates zur Ablage. Diese unbefruchteten Eier sind nicht entwicklungsfähig und trocknen nach wenigen Tagen ein. Von 15 unbegatteten Weibchen, die im Einzelversuch in Petrischalen gehalten wurden, legten 2 überhaupt keine Eier ab. Die Höchstzahl der von einem Weibchen abgelegten Eier betrug in 12 Gelegen 453 Stück. Im Gesamtdurchschnitt gelangten je unbegattetes Weibchen 98 Eier zur Ablage. Demgegenüber legten begattete Weibchen aus der gleichen Zucht durchschnittlich 960 (Min. 571, Max. 1623) Eier ab.

Die begatteten Weibchen beginnen schon einen Tag nach dem Schlüpfen mit der Eiablage, die sich anschließend über mehrere Tage erstreckt und von längeren Pausen unterbrochen wird. Mit zunehmendem Alter der weiblichen Falter werden die Gelege kleiner. Vor der Eiablage tasten die Weibchen mit ihrer langen und sehr beweglichen Legeröhre die Unterlage sorgfältig nach geeigneten Spalten und Ritzen zur Unterbringung der Gelege ab. Waren die zur künstlichen Eiablage hergerichteten Papiere nicht eng gefaltet, so wurden sie von den Faltern gemieden. Die Eiablage an geeigneten Stellen scheint weitgehend durch thigmotaktische Reize ausgelöst zu werden.

### Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf Entwicklungsdauer und Mortalität der Raupen der großen Wachsmotte (*G. mellonella* L.)

Im Verlauf der Versuche konnte festgestellt werden, daß Temperaturen unter 18° C die Raupenentwicklung in allen Stadien ausschließen, obwohl sie von ihnen auch bei längerer Einwirkung lebend überdauert werden[7]. Luftfeuchtegrade von 100 % in den Schalen sind den Raupen nicht zuträglich. In diesem Bereich zeigten sie sich wenig aktiv, auch schimmelte das dargereichte Futter nach wenigen Tagen und wurde für die Raupenernährung ungeeignet[8]. Temperaturen oberhalb 37° C – die damit gekoppelte Luftfeuchtigkeit war in allen Fällen ohne Belang – sind für Raupen aller Altersstufen letal. Die obere letale Temperaturgrenze liegt somit für alle Raupenstadien von *G. mellonella* bei Daueraufenthalt zwischen 35° C und 37° C, die untere unterhalb 18° C.

Durch diese Versuche ließ sich ein Bereich abgrenzen, in dem eine Entwicklung der Raupen bis zum Falter möglich ist. In ihm wurden mit je 50

[7] So ergaben Raupen, die 6 Monate Temperaturen von 15° C ausgesetzt waren, ohne sich weiter zu entwickeln, beim Überführen in höhere Temperaturbereiche noch sämtlich Falter, die keinerlei Schäden zeigten und ihre Eiablage normal vollzogen.

[8] Die Aufnahme verschimmelten Futters kann die alleinige Todesursache sein.

Raupen in 18 Temperatur-Luftfeuchtigkeitskombinationen die Untersuchungen durchgeführt. (Trotz größter Sorgfalt gelang es einigen Raupen jüngerer Stadien, aus den Hygrostatenschalen zu entkommen, doch wurde das Gesamtergebnis durch diese Ausfälle nicht wesentlich beeinträchtigt.)

Über die hierbei erzielten Puppen und die Entwicklungsdauer der Raupen gibt Tabelle 31 Aufschluß. Die im vitalen Bereich zur Anwendung gelangten drei Feuchtigkeitsstufen hatten keinen bemerkbaren Einfluß.

*Tabelle 31*

**Entwicklungsdauer der Raupen von G. mellonella unter verschiedenen Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbedingungen**

| Rel. Luftf. | 100 % | 75-71 % | 55-50 % | 32-29 % | Mittlere Entw.-Dauer (Min. u. Max.) in Tagen |
|---|---|---|---|---|---|
| 15° C | 0 | 0 | 0 | 0 Puppen | — |
| 18° C | 0 | 0 | 0 | 0 Puppen | — |
| 22° C | 0 | 31 | 27 | 35 Puppen | 81 (67–152) |
| 24° C | 0 | 21 | 34 | 29 Puppen | 69 (44–95) |
| 26° C | 0 | 37 | 41 | 44 Puppen | 46 (36–69) |
| 29° C | 0 | 32 | 38 | 31 Puppen | 37 (31- 52) |
| 33° C | 0 | 29 | 25 | 33 Puppen | 40 (29–48) |
| 35° C | 0 | 24 | 21 | 32 Puppen | 39 (28–51) |
| 37° C | 0 | 0 | 0 | 0 Puppen | — |

Wie Tabelle 31 zeigt, liegt die kürzeste Entwicklungszeit bei einer Temperatur von 29° C und beträgt im Mittel 37 Tage. Höhere Temperaturen führen zu einer geringfügigen Verlängerung der Entwicklungsdauer. Unter niederen Temperaturen, zwischen 22° C und 24° C, ist diese erheblich.

### Puppengewichte und Eizahlen

Die Puppengewichte von *G. mellonella* in Abhängigkeit von der Temperatur sind in Abb. 17 graphisch dargestellt. Die dem Mittelwert nach schwersten Puppen wurden bei einer Temperatur von 26° C erzielt. Da auch bei *G. mellonella* im Falterstadium keine Nahrungsaufnahme erfolgt (die Mundwerkzeuge der Falter sind verkümmert [Vöhringer 1934]), war auch für ihre weiblichen Puppen eine Puppengewicht-Eizahl-Beziehung anzunehmen. Sie ließ sich in der Tat nachweisen.

Im Hinblick auf das Vermehrungspotential (soweit es in der Durchschnittseizahl zum Ausdruck kommt) liegt die günstigste Entwicklungstemperatur für die Raupen der großen Wachsmotte um 26° C. Herter (1953) studierte die Vorzugstemperaturen der Raupen der großen und kleinen Wachsmotten in der Temperaturorgel. In seinen Versuchen bevorzugte *G. mellonella* den Bereich der Bodentemperaturen von 33,4° C; *A. grisella* den Bodentemperaturbereich von 32,4° C. Naturgemäß liegt die Bodentemperatur der Orgel höher als die Lufttemperatur der Umgebung der Tiere. Immerhin ist der Unterschied zum optimalen vitalen Temperaturbereich mit höchster Nachkommenproduktion so erheblich, daß man die sogenannte „Vorzugstemperatur" nicht ohne weiteres mit diesem gleichstellen darf.

Vöhringer (1934) bezeichnet als „günstigste" Zuchttemperatur für *G. mellonella*-Raupen 29° C. Das gilt aber nur im Hinblick auf die kürzeste Entwicklungsdauer. Für die künftige Eierzeugung liegt sie nach meinen Befunden tiefer: Offenbar gestalten sich bei 26° C die Betriebs- und Baustoffvorgänge am günstigsten.

Nach Titschacks (1925) Untersuchungen an der Kleidermotte *(Tineola biselliella* Hum.) und an der Mehlmotte *(Ephestia kuehniella* Zell.) scheinen die Verhältnisse hier ähnlich zu liegen wie bei der großen Wachsmotte: Tiefere Aufzuchtstemperaturen der Raupen verlängerten die Fraßzeit und

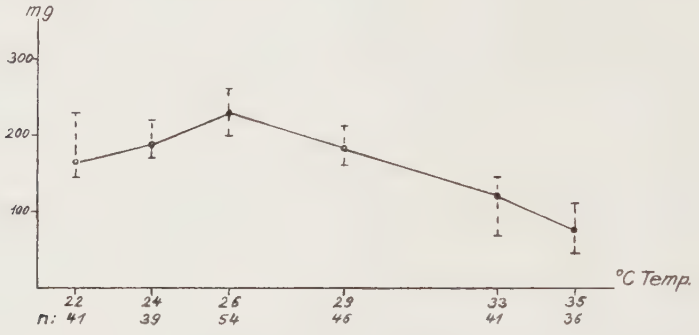



*Abb. 17.* Weibliches Puppengewicht der großen Wachsmotte bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

führten zu schwereren Puppen und Faltern mit größerer Eiproduktion als höhere Zuchttemperaturen. Doch zeigt sich bei der großen Wachsmotte im Gegensatz zur Kleidermotte (Titschack 1926) ein deutliches Maximum der Puppengewichte innerhalb des vitalen Bereiches. Für die Kleidermotte lassen Titschacks Versuche auf ein ständiges Ansteigen der Puppengewichte bis zum unteren Temperaturschwellenwert schließen.

Die bei den Raupenzuchten herrschende relative Luftfeuchtigkeit blieb auf das Puppengewicht ohne Einfluß. Dieses wurde nur durch die jeweils einwirkende Lufttemperatur abgewandelt. Wie Borchert (1935) zeigen konnte, kann auch die Beschaffenheit der Nahrung Raupenentwicklung und Faltergröße beeinflussen. Dieser Faktor konnte bei den vorliegenden Versuchen unberücksichtigt bleiben, da bei ihnen nur Futter einheitlicher Beschaffenheit gereicht wurde.

Die männliche Puppe der großen Wachsmotte ist merklich kleiner und im Durchschnitt um 28 % (Min. 16 %, Max. 41 %) leichter als die weiblichen. Die Geschlechterverteilung in den einzelnen Temperaturstufen ergaben sich wie folgt:

22° C: 93 Puppen (41 Weibchen und 52 Männchen)
24° C: 84 Puppen (39 Weibchen und 45 Männchen)
26° C: 122 Puppen (54 Weibchen und 68 Männchen)
29° C: 101 Puppen (46 Weibchen und 55 Männchen)
33° C: 87 Puppen (41 Weibchen und 46 Männchen)
35° C: 77 Puppen (36 Weibchen und 41 Männchen)

Die Dauer der Puppenruhe ist temperaturabhängig und betrug bei 22° C durchschnittlich 16 Tage gegenüber 7 Tagen bei 29° C, der hier beobachteten

kürzesten Zeitspanne. Höhere Temperaturen verlängern die Puppenzeit, die bei 35° C durchschnittlich 10 Tage dauert.

Aus den 564 gewonnenen Puppen schlüpften insgesamt 493 Falter, davon 212 Weibchen und 281 Männchen. Einige Puppen trockneten während der Puppenruhe ein, was auf Beschädigungen bei der mehrmaligen Entnahme aus den Gespinsten zur Puppenwägung zurückzuführen war. Die bei 35° C

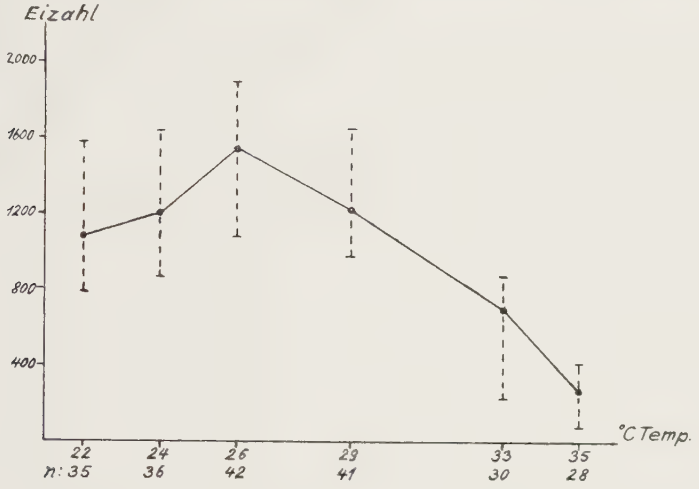



*Abb. 18.* Produktion legereifer Eier von Weibchen der großen Wachsmotte bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

gezüchteten Falter schlüpften zum Teil mit verkrüppelten Flügeln, kopulierten aber trotzdem und legten Eier ab. Ihre Lebensdauer wurde in dieser Temperatur und bei 33° C, in denen ihre Bewegungen auffallend lebhafter sind, auf durchschnittlich 6 Tage verkürzt, wohingegen sie bei Faltern in den niederen Temperaturen für die Weibchen im Mittel 10 Tage, für die Männchen 14 Tage betrug.

Zur Bestimmung der Eizahlen, wie sie in Abb. 18 graphisch dargestellt sind, wurden die Falter nach Eintritt des Alterstodes seziert und die im Abdomen verbliebenen legereifen Eier zu den bereits abgelegten hinzugezählt. Die unter 26° C erzielten Puppen mit höchstem Durchschnittsgewicht ergaben – gemäß der Relation Puppengewicht/Eizahl – die größte Eiproduktion von durchschnittlich 1540 legereifen Eiern je Weibchen. Dies ist annähernd die 6fache Eimenge solcher Weibchen, die bei 35° C gezüchtet und gehalten worden waren. Sie liegt um rund ein Drittel über der Eizahl von Weibchen aus den Zuchten unter 22° C. Da *G. mellonella* als Falter nicht zur Nahrungsaufnahme befähigt ist, hängt ihre Eizahl vom Ernährungszustand und der Fettkörperbildung während des Raupenlebens ab, die ihrerseits, wie eingangs gezeigt wurde, besonders durch die Temperatur beeinflußt werden kann.

### *Die kleine Wachsmotte (Achroia grisella Fabr.)*

Im Gegensatz zu den gesellig fressenden Raupen der großen Wachsmotte durchziehen die der kleinen die Waben an der Oberfläche mit einzelnen

Fraßgängen, die zu der den Imkern bekannten Erscheinung der „Röhrenbrut" führen. Die langen geraden Gänge werden mit Gespinst ausgekleidet, in die Kot und Wachsreste eingesponnen sind. Auf Grund der verschiedenen Fraßbilder ist eine Unterscheidung beider Wachsmottenarten bei schwachem bis mittlerem Befall leicht möglich. Neben diesen Fraßgängen verfertigen die Raupen außerhalb der Waben lockere röhrenförmige Gespinste, die KUNIKE (1930) als „Wohngespinste" bezeichnet. Bei älteren Stadien fanden sie sich in ausgeprägter Form besonders am Boden- und Deckelteil der Zuchtschalen, deren Ränder dabei auffallend bevorzugt wurden.

Zur Verpuppung verläßt die ausgewachsene Raupe den Fraßgang und spinnt sich einzeln in Fugen und Ritzen einen mit Kot und Wachsresten beklebten Kokon. (Die gesellig fressenden Raupen der großen Wachsmotte bleiben auch zur Verpuppung zusammen. Es kommt so zur Bildung der bekannten „Kokonwabe".) In ihm verbleibt sie mehrere Tage in Spinnruhe und verwandelt sich nach erheblicher Verkürzung der ursprünglichen Raupenlänge in eine gelblich-braune Puppe.

### Puppengewichte und Eizahlen

Unter Benutzung derselben Temperatur-Feuchtigkeitskombinationen wie bei *G. mellonella* wurden die Versuchsreihen mit *A. grisella*-Raupen angesetzt. Die Anforderungen bezüglich dieser Faktoren decken sich mit denen der großen Wachsmotte, und es erübrigt sich daher eine gesonderte Darstellung. Temperaturen unterhalb 18° C und oberhalb 35° C führten auch hier zu keiner Verpuppung. Bei Daueraufenthalt umschließen diese beiden Werte den vitalen Bereich.

Insgesamt ergaben die innerhalb des vitalen Bereiches (Temperatur 22° C bis 35° C, relative Luftfeuchte 29 % bis 75 %) durchgeführten 18 Versuchsreihen 447 Puppen. Sie verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Zuchttemperaturen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 22° C: | 84 | Puppen | (43 | Weibchen | und 41 Männchen) |
| 24° C: | 105 | Puppen | (48 | Weibchen | und 57 Männchen) |
| 26° C: | 91 | Puppen | (51 | Weibchen | und 40 Männchen) |
| 29° C: | 87 | Puppen | (42 | Weibchen | und 45 Männchen) |
| 33° C: | 101 | Puppen | (53 | Weibchen | und 48 Männchen) |
| 35° C: | 79 | Puppen | (40 | Weibchen | und 39 Männchen) |

Die Unterscheidung der Geschlechter bereitet auch bei Puppen der kleinen Wachsmotte nach den bekannten Merkmalen keine Schwierigkeiten. Da ihre Kokons nicht von einheitlicher Beschaffenheit sind – das unterschiedliche Bekleben mit Wachs und Kotresten wurde bereits erwähnt – war es notwendig, die sehr druckempfindlichen frischen Puppen zur Vornahme von Wägungen den Gespinsten zu entnehmen. Handelte es sich dabei um Tiere aus Zuchten, die unter einheitlichen Umweltbedingungen aufgezogen worden waren, so konnte schon aus der Puppengröße zuverlässig auf das Geschlecht geschlossen werden, da die männliche Puppe im Durchschnitt um 30 % leichter ist. Während der Puppenruhe, deren Dauer temperaturabhängig ist, reduzierte sich das ursprüngliche Puppengewicht in beiden Geschlechtern um annähernd 8 % (Min. 4 %, Max. 14 %).

Im Hinblick auf das Puppengewicht zeigt die große Wachsmotte eindeutig eine optimale Aufzuchtstemperatur: Sie liegt für ihre Raupen bei 26° C.

Nicht so eindeutig liegen die Verhältnisse bei der kleinen Wachsmotte. Wie aus Abb. 19 hervorgeht, unterscheiden sich die Mittelgewichte ihrer weiblichen Puppen, die bei 24° C, 26° C und 29° C erzielt wurden, nur wenig und

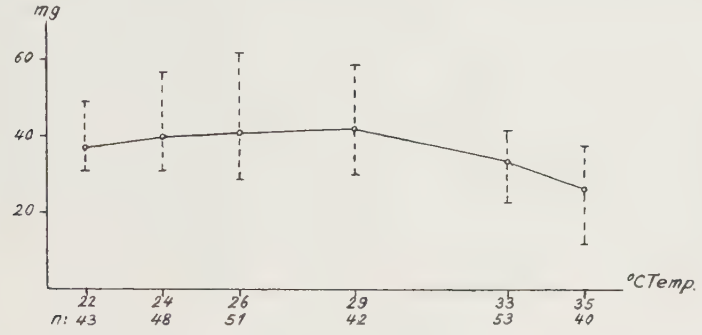



*Abb. 19.* Weibliches Puppengewicht der kleinen Wachsmotte bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

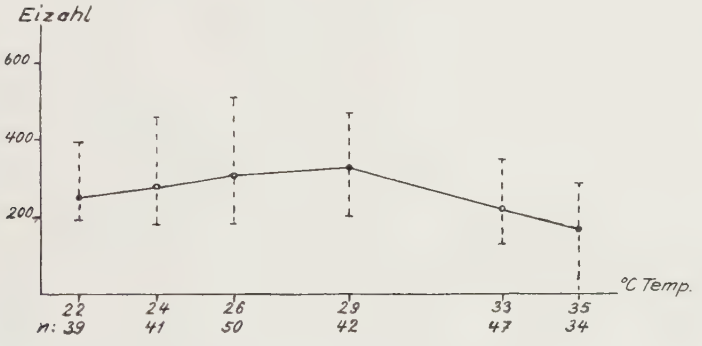



*Abb. 20.* Weibliches Puppengewicht der kleinen Wachsmotte bei Aufzucht der Raupen unter verschiedenen Temperaturen

liegen annähernd in derselben Größenordnung. Das maximale Puppengewicht mit 62 mg wurde allerdings für 26° C festgestellt. Die im Mittel leichtesten Puppen mit 27 mg – aus ihnen schlüpften vielfach nur verkrüppelte Falter – stammten aus der Zucht bei 35° C.

Während der Ruhezeit vertrockneten einzelne Puppen, so daß aus den ursprünglich vorhandenen 277 weiblichen Puppen nur 253 Falter schlüpften, die zur Bestimmung der Eizahl herangezogen werden konnten, über die Abb. 20 Aufschluß gibt. Das aus der schwersten Puppe geschlüpfte Weibchen produzierte mit 508 Stück die größte Anzahl legereifer Eier. Der aus der leichtesten Puppe von 12 mg schlüpfende Falter war steril. Im übrigen ist die Puppengewicht/Eizahl-Relation auch bei der kleinen Wachsmotte erfüllt.

Während die Unterschiede in den weiblichen Puppengewichten der großen Wachsmotte mit $p < 0{,}0002$ statistisch gut gesichert sind, trifft dies für die kleine Wachsmotte nicht zu. Zwischen 24° C und 29° C ist der Unterschied mit $p \approx 0{,}5$ und $p \approx 0{,}02$ nicht gesichert. Gut gesichert ist dagegen der Unterschied im weiblichen Puppengewicht zwischen 29° C und 35° C mit $p < 0{,}0002$.

## Diskussion

Die an umfangreichem Material durchgeführten Versuche ergaben eine weitgehende Abhängigkeit der Nahrungsresorption von der jeweilig herrschenden Lufttemperatur. Die der Untersuchung zugrunde liegende Annahme fand darin eine weitgehend übereinstimmende Bestätigung. Überraschenderweise fallen die Temperaturoptima der Nahrungsresorption nicht mit denen der Nahrungsausnützung (definiert durch den Stoffwechselquotienten) zusammen. Für die Nahrungsausnützung liegen die Optima in Temperaturbereichen, die für die Nahrungsresorption nicht günstig sind. Für die spätere Eiproduktion der Falter ist der Temperaturbereich am günstigsten, in dem die resorbierte Nahrung überwiegend dem Baustoffwechsel zukommt und für den Betriebsstoffwechsel wenig verbraucht wird.

## Zusammenfassung

An Hand der Raupenzuchten unter abgestuften konstanten Temperatur-Luftfeuchtigkeitsbedingungen wurde der Einfluß dieser Faktoren auf Baustoffwechsel, Puppengewicht und Eizahl bei *Lymantria monacha* L., *Panolis flammea* Schiff., *Bupalus piniarius* L., *Galleria mellonella* L., und *Achroia grisella* Fabr. untersucht.

1. Bei *Lymantria monacha* L. wird die täglich aufgenommene Nahrungsmenge der L 3–L 6-Raupen primär durch ihr Alter, sekundär durch die herrschende Lufttemperatur beeinflußt. Sie erreicht für L 3–L 6 bei 24,5° C einen Maximalwert. Dies gilt auch für Nahrungsresorption und Kotabgabe. Demgegenüber liegt die kürzeste Entwicklungsdauer für L 3–L 6 bei Temperaturen um 28° C–31,5° C.
2. Die Intensität der Nahrungsausnutzung (= Stoffwechselquotient) nimmt mit zunehmendem Raupenalter und steigender Temperatur ständig ab.
3. Raupenzuchten unter 24,5° C lieferten die höchsten mittleren Puppengewichte. Ihnen entsprachen weibliche Falter mit den höchsten Eizahlen. Unter dem Gesichtspunkt der Nachkommenproduktion gesehen, verlief der Betriebs- und Baustoffwechsel der Raupen in dieser Temperatur demnach am günstigsten. Sie liegt eindeutig unterhalb des Temperaturbereiches, der die kürzeste Entwicklungsdauer der Raupen bewirkt. Hingegen stimmt sie mit dem Temperaturoptimum der Überlebenswahrscheinlichkeit der Raupen gut überein.
4. Raupen der Stufen L 3–L 5 von *Panolis flammea* Schiff. lassen im Gegensatz zur Nonne keine Abhängigkeit der Nahrungsausnutzung vom Alter erkennen. Sie nimmt nur mit der Temperatur ab.
5. Im Temperaturbereich von 14° C – 24° C führen die höheren Temperaturen während der Raupenzeit der Kieferneule (L 3 – L 5) zu schwereren Puppen und höheren Eizahlen der weiblichen Falter. Die Optimaltemperaturen für die Eiproduktion der Eule liegen wahrscheinlich bei 25° C bis 26° C.
6. Die L 3 – L 5-Stufen der Raupen von *Bupalus piniarius* L. zeigen unterschiedliche untere Temperaturschwellenwerte der Entwicklung. Für L 3 liegt dieser Wert bei 24,5° C, für L 4 bei 22° C, für L 5 bei 18° C. Die Erscheinung ist phänologisch bedingt: L 3 tritt unter natürlichen Bedingun-

gen in ihrer Hauptmasse im August, L 5 im Oktober auf. Höchste Puppengewichte und maximale Eizahlen der weiblichen Falter (für welche im wesentlichen die Umweltbedingungen im L 5-Stadium maßgebend sind), wurden bei Versuchstemperaturen von 18° C (für L 5) erzielt. In diesen Temperaturbereich fällt auch das Maximum der Nahrungsresorption. Sie dürfte für L 5 von *Bupalus piniarius* L. das vitale Temperaturoptimum darstellen. Es deckt sich bei dieser Stufe mit dem Temperaturoptimum der Entwicklungsdauer (= kürzeste Entwicklungszeit).

7. Die Nahrungsausnutzung (Stoffwechselquotient) der Spannerraupen nimmt mit zunehmendem Alter und steigender Temperatur ab.
8. Die Eier der kleinen und großen Wachsmotte stimmen in ihren vitalen Temperaturbereichen nicht überein: Bei der großen Wachsmotte liegt er höher (18° C), bei der kleinen Wachsmotte niederer (15° C). Die kürzeste Raupenentwicklungsdauer (L 1 – L 9) beider Arten wurde bei Temperaturen von 29° C erzielt. Die günstigste Aufzuchtstemperatur im Hinblick auf Puppengewichte und Eiproduktion liegt für die große Wachsmotte bei 26° C, für die kleine Wachsmotte bei 24° C – 29° C.

## Summary

The effect of temperature and atmospheric humidity on metabolism, pupal weight and egg production of *Lymantria monacha* L., *Panolis flammea* Schiff., *Bupalus piniarius* L., *Galleria mellonella* L. and *Achroia grisella* Fab. was studied by rearing larvae under controlled conditions.

In *L. monacha*, the daily food intake is affected first by age and then by the temperature. It reaches a maximum at 24,5° C. Rearing larvae at this temperature produced the highest average pupal weight and female moths with the greatest number of eggs. This temperature is clearly below that which gives the shortest development time.

On the other hand, the utilization of food by *P. flammea* larvae is not dependent on age and decreases only with temperature. The optimum temperature for egg production is probably 25–26° C.

The utilization of food by larvae of *B. piniarius* decreases with increase in age and rise in temperature. The highest pupal weight and greatest number of eggs were obtained at 18° C (for L 5).

The shortest larval development of the wax moths *G. mellonella* and *A. grisella* was obtained at 29° C. The optimum rearing temperature from the point of view of pupal weight and egg production is 26° C for *Galleria* and 24–29° C for *Achroia*.

## Literatur

Allee, W., Emerson, A., Park, O., Park, Th., Schmidt, K., 1950: Principles of Animal Ecology. Saunders Comp. Philadelphia and London.

Andrews, J. E., 1922: Some Experiments with the Larva of the Bee Moth, *Galleria mellonella* L. Trans. Wisconsin Acad. Sciences, Arts and Letters, Vol. 20, pp. 255–261.

Bachmetjew, P., 1907: Experimentelle entomologische Studien. Bd. 2, Sophia.

Bfkir, M., 1935: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Sterblichkeit und Entwicklung des Ringelspinners, *Malacosoma neustria* L. Z. ang. Ent. Bd. 21, S. 501–522.

Berwig, W., 1931: Laboratoriumsversuche zur Bionomie und Bekämpfung der Forleule. Z. ang. Ent. Bd. 17, S. 563–586.

Blunck, H., 1923: Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis Imago. 2. Die Metamorphose. Z. wiss. Zool. Bd. 121, S. 171–391.

Bodenheimer, F. S., 1928 und 1929: Materialien zur Geschichte der Entomologie bis Linné. Bd. 1 und 2, Berlin.

Borchert, A., 1933 a: Untersuchungen über die Große Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). In: „Festschrift zum 60. Geburtstag von Enoch Zander", hsg. v. A. Himmer und E. Wohlgemuth, S. 11–22, Leipzig.
— 1933 b: Zur Biologie der Großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). I. Über Morphologie und Entwicklungsdauer der Larven der Großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). Zool. Jhrb. Anal. Bd. 57, S. 105–115.
— 1935: Zur Biologie der Großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). II. Über den Fraßschaden und die Ernährung der Larven der Großen Wachsmotte (*Galleria mellonella* L.). Zool. Jhrb. Syst. Bd. 66, S. 380–400.
Brandt, H., 1946: Puppengewicht, Puppengröße und Eizahl beim Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L. Mttlg. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. Bd. 7, S. 413–428.
v. Buddenbrock, W., 1956: Vergleichende Physiologie. Bd. III. Ernährung, Wasserhaushalt und Mineralhaushalt der Tiere. Basel u. Stuttgart.
Chapman, R. N., 1931: Animal Ecology. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London.
Chase, K., 1922: The Length of Life of the Larva of the Wax Moth, *Galleria mellonella* L. in its different Stadia. Trans. Wisconsin Acad. Sci. Arts. Letts Vol. 20, pp. 263–267.
Dauberschmidt, K., 1934: Vergleichende Morphologie des Lepidopterendarmes und seiner Anhänge. Z. ang. Ent. Bd. 20, S. 204–267.
Duspiva, F., 1935: Ein Beitrag zur Kenntnis der Verdauung der Wachsmottenraupen. Z. f. vergl. Physiol. Bd. 21, S. 632–641.
Eckstein, K., 1924: Bausteine zur Lebensgeschichte der Forleule. Z. ang. Ent., Bd. 10, S. 247–305.
Eidmann, H., 1927: Der Kiefernspanner in Bayern im Jahre 1925 mit besonderer Berücksichtigung des Parasitenproblems. Z. ang. Ent., Bd. 12, S. 51–90.
— 1931: Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepitopteren. II. Teil. Z. ang. Ent., Bd. 18, S. 57–112.
Engel, H., 1939: Beiträge zur Biologie des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.). In: „Der Kiefernspanner 1937", hsg. v. F. Schwerdtfeger, S. 51–64, Hannover.
Escherich, K, 1912: Nonnenprobleme. Naturw. Z. f. Forst- u. Landw. S. 78.
— 1931: Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. III, Berlin.
Florkin, M., Lozet, F. und Sarlet, H., 1949: Sur la digestion de la cire d'abeille par la larve de *Galleria mellonella*. Arch. int. Physiol. Bd. 57, S. 71–88.
Franz, J., 1950: Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen. Z. ang. Ent. Bd. 31, S. 228–260.
Frydrychewicz, J., 1931: Kiefernspannerstudien. Z. f. Pflzkr. u. Pflzschtz. Bd. 41, S. 97–107.
Gäbler, H., 1941: Nahrungsverbrauch, Kotproduktion und kritische Eizahlen der Nonne *Lymantria monacha* L. an Kiefer und Fichte. Z. f. Pflzkr. u. Pflzschtz. Bd. 51, S. 462–484.
Gebelein, H. u. Heite, H. J., 1951: Statistische Urteilsbildung. Berlin-Göttingen-Heidelberg.
Geiger, R., 1950: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. Braunschweig.
Hering, M., 1926: Biologie der Schmetterlinge. Berlin.
Herter, K., 1953: Der Temperatursinn der Insekten. Berlin.
Hofmann, Chr., 1934: Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopteren. Z. ang. Ent., Bd. 20, S. 51–84.
— 1940: Beiträge zur Biologie des veilgrauen Kiefernspanners *Semiothisa liturata* Cl. Z. ang. Ent., Bd. 26, S. 324–334.
Janisch, E., 1933: Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. I. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Arb. Biol. Reichsanst. Bd. 20, S. 269–290.
— 1938: Das klimatische Optimum der Nonnenraupen. Mttlg. Forstwirtsch. u. Forstwissensch. S. 372–386.
Jordan, H., 1913: Vergleichende Physiologie wirbelloser Tiere. Bd. 1, Die Ernährung. Jena.
Just, G., 1935: Praktische Übungen zur Vererbungslehre. 1. Teil. Berlin.
Kalandadze, L., 1927: Beiträge zur Biologie einiger Forstschädlinge. Anz. f. Schädlingsk. 3. Jhrg. S. 75–76.
Keller, H., 1956: Aus dem phytopathologischen Auskunftsdienst. AFZ, 11. Jhrg. S. 85–87.
Kellner, O., 1884: Chemische Untersuchungen über die Ernährung und Entwicklung von *Bombyx mori*. Landw. Versuchsst. Bd. 30, S. 59.
Kovačević, Ž., 1956: Die Nahrungswahl und das Auftreten der Pflanzenschädlinge. Anz. f. Schädlingsk. 29. Jhrg. S. 97–104.

Kozhantschikow, I. W., 1934: Zur Frage nach dem Temperaturoptimum des Lebens. 2. Über die Temperaturabhängigkeit einzelner physiologischer Prozesse und ihre Beziehung auf das Lebensoptimum des Organismus. Z. ang. Ent. Bd. 20, S. 590–610.
Kunike, G., 1930: Zur Biologie der kleinen Wachsmotte, *Achroea grisella* Fabr. Z. ang. Ent. Bd. 16, S. 304–356.
Lambert, F., 1891: Recherches sur l'alimentation des vers à soie du murier. Bibliothèque de progrès agricole et viticole.
Lebedev, A. G. u. Savenkov, A. N., 1933: Die Nahrungsnormen des Kiefernspinners. Z. ang. Ent. Bd. 19, S. 85–103.
Linsley, E. G., 1942: Insect Food Caches as Reservoirs and original Sources of some Stored Products Pests. Journ. econ. Ent., 35, pp. 434–439.
Mayer, A., 1940: Ernährungsphysiologische Untersuchungen an Nonenraupen *(Lymantria monacha* L.). Z. ang. Ent., Bd. 27, S. 157–207 und S. 408–449.
Meyer, E., 1932: Beobachtungen und Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung der Forleule. Z. ang. Ent., Bd. 18, S. 1–56.
Milum, V. G., 1940: Larval Pests common to Nests of Bumblebees and Combs of the honeybee. Journ. econ. Ent., 33, pp. 81–83.
Mitscherlich, H. u. Wellenstein, G., 1942: Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937). Monogr. z. ang. Ent. S. 94–125, Berlin.
Morison, D. L., 1948 u. 1951: The Wax Moth and its Control. Agric. Gaz. N. S. W. 59, pp. 375–379. Ref.: Rev. appl. Ent., Vol. 37.
Mors, H., 1942 a: Aktivität und Fraß der Nonnenraupen in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937). Monogr. z. ang. Ent., S. 126–175, Berlin.
— 1942 b: Untersuchungen zur Nonnenprognose Wellensteins und die Bedeutung gradologischer Merkmale. Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937). Monogr. z. ang. Ent., S. 535–553, Berlin.
Müller, F. P., 1939: Sterblichkeit und Wachstum der Kiefernspannerraupen bei Futter aus Reinbeständen und aus Mischwald. Z. ang. Ent., Bd. 26, S. 359–367.
Nunberg, M., 1937: O wplywie róznych czynników na wystepowanie i populacje strzygoni choinówki *(Panolis flammea* Schiff.). Über die Wirkung verschiedener Faktoren auf das Vorkommen und die Population der Forleule *Panolis flammea* Schiff. Rozprawy i sprawozdania, Serja A. Nr. 22, Warszawa.
Pätau, K., 1943: Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen. (Eine neue t-Tafel.) Biol. Zentr. Bl., Bd. 63, S. 152–168.
Peligot, C. R., 1851: Acad. Sc. Paris T. 33, p. 490, aus Jordan 1913.
Petersen, H., 1913: Ernährung der Insekten. Naturw. Wochenschr. Bd. 28, Neue Folge Bd. 12, S. 433–437.
Pfeffer, A., 1933: Katastrofální výskyt sosnokaze *(Panolis flammea* Schiff.) v západním Slovensku a obrana proti němu. (Massenhafte Vermehrung der Forleule im Westen der Slowakei und ihre Bekämpfung.) Z ústavu pro ochranu lesů státních výzkumných ústavů lesnických v Praze. Cis. 2. No. Praha.
Precht, H., Christophersen, J. u. Hensel, H., 1955: Temperatur und Leben. Berlin–Göttingen–Heidelberg.
Pütter, A., 1929: Die Auswertung zahlenmäßiger Beobachtungen in der Biologie. Berlin u. Leipzig.
Rahman, K. M., 1948: The Indien Honey-bee *(Apis indica* F.) at Lyallpur. Proc. R. ent. Soc. London, pp. 33–42, 1945; Ref.: Rev. appl. Ent., Vol. 34.
Rhumbler, L., 1929: Zur Begiftung des Kiefernspanners in der Oberförsterei Hersfeld-Ost 1926. Z. ang. Ent., Bd. 15, S. 137–168.
Sachtleben, H., 1923: Die Forleule *Panolis flammea* Schiff. Monogr. z. Pflanzensch. Bd. 3, Berlin.
Sattler, H., 1939: Die Entwicklung der Nonne, *Lymantria monacha,* in ihrer Abhängigkeit von der Nahrungsqualität. Z. ang. Ent., Bd. 25, S. 543–587.
Schulze, H., 1926: Über die Fruchtbarkeit der Schlupfwespe *Trichogramma evanescenc* West. Z. f. Morph. u. Ökol. d. Tiere, Bd. 6, S. 553–585.
Schwenke, W., 1952: Unsicherheitsfaktoren bei der Kiefernspannerprognose und Möglichkeiten ihrer Überwindung. Beiträge z. Ent., Bd. 2, S. 189–243.
— 1953: Beiträge zur Bionomie der Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. und *Semiothisa liturate* Cl. auf biozönotischer Grundlage. Beiträge z. Ent., Bd. 3, S. 168–206.
Schwerdtfeger, F., 1930 a: Untersuchungen über Dauer des Eistadiums, Wachstum und Stoffwechsel des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.). Z. ang. Ent., Bd. 16, S. 513–526.

— 1932 a: Die Forleule in Neuendorf 1932. Untersuchungen über ihre Ökologie, Epidemiologie und Bekämpfung. Mttlg. Forstwirtsch. u. Forstwissensch., S. 342–404.
— 1932 b: Betrachtungen zur Epidemiologie des Kiefernspanners. Z. ang. Ent., Bd. 19, S. 104–129.
— 1935: Kleine Beiträge zur Kenntnis der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.). Forstw. Centralbl. 57. Jahrg. S. 247–258.
— 1937: Über Genauigkeit und Arbeitsaufwand bei prognostischen Untersuchungen. Anz. f. Schädlingsk., 13. Jhrg., S. 141–144.
— 1944: Die Waldkrankheiten. Berlin.
— 1953: Untersuchungen über den „Eisernen Bestand" von Kiefernspanner *(Bupalus piniarius* L.), Forleule *(Panolis flammea* Schiff.) und Kiefernschwärmer *(Hyloicus pinastri* L.). Z. ang. Ent., Bd. 34, S. 216–283.
Shelford, V., 1929: Laboratory and Field Ecology. Bailliere, Tindall and Cox. London.
Sprengel, L., 1928: Über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. f. Schädlingskd. Bd. 4, S. 25–30.
Standfuss, M., 1896: Handbuch der Paläarktischen Groß-Schmetterlinge. Jena.
Stahl, G., 1939: Über die Beziehungen zwischen Puppendurchmesser, Puppengewicht, Puppenvolumen und Eizahl beim Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L. In: „Der Kiefernspanner 1937" hsg. v. F. Schwerdtfeger, S. 113–123, Hannover.
Steudel, W., 1941: Die Beziehung zwischen Puppengröße und Eizahl bei der Nonne *(Lymantria monacha* L.). Mttlg. aus Forstwirtsch. u. Forstwissensch. Bd. 12, S. 83–90.
Subklew, W., 1939: Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners *(Bupalus piniarius* L.). In: „Der Kiefernspanner 1937", hsg. v. F. Schwerdtfeger, S. 10–51, Hannover.
Thalenhorst, W., 1938: Die Puppengewicht-Eizahlrelation der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.). Anz. f. Schädlingsk. 14. Jhrg., S. 105–109.
Titschack, E., 1925: Untersuchungen über den Temperatureinfluß auf die Kleidermotte *(Tineola biselliella* Hum.). Z. f. wiss. Zool., Bd. 124, S. 213–251.
— 1926: Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch und die Eierzeugung. II. *Tineola biselliella* Hum. Gleichzeitig ein Beitrag zur Klärung der Insektenhäutung. Z. f. wiss. Zool. Bd. 128, S. 509–569.
Uvarov, B. P., 1931: Insects and Climate. Transact. Ent. Soc. London.
Vöhringer, K., 1934: Zur Biologie der Großen Wachsmotte *(Galleria mellonella* L.). III. Morphologische und biologische Untersuchungen am Falter der Großen Wachsmotte *(Galleria mellonella* L.). Zool. Jhrb. Anat. Bd. 58, S. 275–302.
Wellenstein, G., 1942: Überwachung der Nonne und Vorhersage ihrer Massenvermehrung. Die Nonne in Ostpreußen (1933–1937). Monogr. z. ang. Ent., S. 478–531, Berlin.
Wigglesworth, V. B., 1950: The Principles of Insect Physiology. London und New York.
Wolff, M. u. Krausse, A., 1922: Die forstlichen Lepidopteren. Jena.
Zander, E., 1947: Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Biene. Stuttgart.
Zwölfer, W., 1929: Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Maiszünslers *(Pyrausta nubilalis* Hb.) in Süddeutschland, II. Teil. Arb. Biol. Reichsanst., Bd. 17, S. 459–498.
— 1931: Studien zur Ökologie und Epidemiologie der Insekten. 1. Die Kieferneule, *Panolis flammea* Schiff. Z. ang. Ent. Bd. 17, S. 475–562.
— 1933: Methoden zur Regulierung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Z. ang. Ent. Bd. 19, S. 497–513.
— 1933: Zur Nonnenprognose. Forstl. Z. Silva Nr. 16, S. 121–125.
— 1934: Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne, *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zur Temperatur und Luftfeuchtigkeit). Z. ang. Ent. Bd. 20, S. 1–50.
— 1935: Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne *(Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Z. ang. Ent., Bd. 21, S. 333–384.
Zwölfer, W. u. Krump, A., 1955: Zur Forstschädlingsprognose 1955 für Bayern. AFZ 10. Jhrg., S. 228–230.
Zwölfer, W. u. Postner, M., 1954: Zur Forstschädlingsprognose 1954 für Bayern. AFZ 9. Jhrg., S. 199–200.

*Centre de Recherches en Biologie Forestière, Bokrijk-Genk (Belgique)*

# Etude d'une population de Larves de *Retinia buoliana* (Schiff.)[1]

Von L. Nef

## I. Introduction

Depuis quelques décades, les biologistes étudient de plus en plus activement la distribution de populations végétales et animales en nature. Les causes principales de cet intérêt croissant sont les suivantes. D'une part, ceux qui font des études quantitatives doivent savoir s'ils peuvent appliquer à leurs chiffres les méthodes d'analyse statistique paramétrique, lesquelles exigent entre autres que les données étudiées aient une distribution gaussienne; d'où nécessité de vérifier si plantes et animaux se distribuent en nature d'une telle façon. D'autre part, l'étude dynamique d'une population ne peut se contenter de notions simples telles que la moyenne; il apparaît que d'autres connaissances sont fort utiles sinon nécessaires; et, parmi elles, on peut citer en premier lieu la forme de la distribution. Cette dernière voie de recherche, qui est une des principales en biocénotique, a donné lieu à de nombreuses publications ces dernières années; on pourra en trouver une synthèse dans un travail récent (Débauche 1958) qui met en évidence l'intérêt de telles recherches.

Une autre étude récente (McGuire et al. 1957), consacrée à la distribution de larves de lépidoptères, se terminait par une constatation curieuse. Lorsque toutes les plantes du terrain expérimental étaient étudiées, les larves s'y montraient distribuées selon une «Poisson binomiale»; au contraire, si une partie seulement des plantes étaient examinées, c.à.d. si un échantillonnage était pris dans la population, celle-ci semblait plutôt se distribuer suivant une binomiale négative, du moins lorsque la moyenne était suffisemment élevée. Une telle conclusion est particulièrement troublante pour les biocénoticiens qui travaillent sur des données provenant d'échantillons, et non sur des populations totales – et la plupart d'entre eux sont dans ce cas. Soulignons enfin qu'elle est en désaccord avec un postulat de base pour l'application des méthodes statistiques: un échantillonnage prélevé convenablement doit refléter la population dont il provient; or, McGuire et al. citent un cas empirique où cette nécessité ne se réalise pas.

Nous avons entrepris une recherche qui, tout en fournissant des données supplémentaires sur les distributions de populations animales, devait surtout nous permettre de vérifier, sur un cas différent, l'observation de McGuire et al. Pour ce faire, nous avons choisi un insecte forestier, la pyrale (Retinia buoliana Schiff. = Evetria b.) qui existe à l'état endémique dans les jeunes pineraies de Campine et qui s'y montre économiquement fort important, contrairement à ce que Neugebauer (1952) dit à propos de la Belgique. Nous

[1] Recherches subsidiées par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I. R. S. I. A.).

avons pu en outre récolter quelques données sur la biologie de cet insecte, et en particulier sur la localisation de ses dégâts.

Signalons ici que la présente étude est faite en relation avec des recherches plus générales concernant certains problèmes de biocénotique; ces travaux généraux sont en cours à l'Université de Louvain, sous la direction du professeur DEBAUCHE que nous tenons à remercier pour son aide qui a permis maintes améliorations à la présente publication; le professeur BALLIEU, de la même Université, nous a également fait d'utiles suggestions pour lesquelles nous lui sommes reconnaissant.

Ce travail traitera d'abord de la forme de la distribution des larves de pyrales, puis de l'influence de l'échantillonnage sur l'estimation du paramètre k et de la moyenne. Enfin, après quelques données préalables sur le bois et les arbres étudiés, les dégâts commis et leur localisation seront envisagés.

## II. Méthodes

Afin de faciliter la recherche de tous les bourgeons attaqués et l'étude de la totalité de la population, nous avons choisi un bois de pins sylvestres d'assez petite taille (environ 1 m de hauteur moyenne), et où les arbres étaient plantés en lignes. En outre, il fallait que l'attaque soit suffisamment importante pour que les données obtenues sur les pyrales puissent servir de base à une étude mathématique, celle-ci étant un des buts poursuivis. Un bois réunissant ces conditions a été trouvé à Genk (Limbourg).

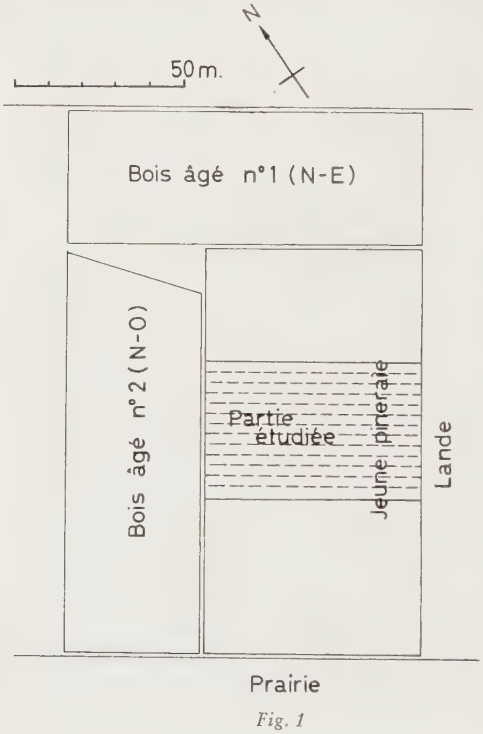


*Fig. 1*

Les rangées sont disposées parallèlement à une première pineraie âgée (bois n° I du plan); une seconde, perpendiculaire à la première, forme la limite nord-ouest du jeune bois étudié; un troisième côté (sud-est) est contigu à une petite lande de bruyéres où poussent divers arbres isolés, principalement des pins sylvestres. Le quatrième est limité par une prairie. Le bois étudié était trop étroit pour que l'on puisse négliger une zone de lisière sur les côtés nord-ouest et sud-est, mais celà était possible dans le sens de la longueur; nous n'avons donc commencé l'étude qu'à environ 35 m du bois n° 1 qui semblait avoir une influence assez marquée sur la hauteur des arbres des premières rangées, ainsi que sur la densité de population des insectes. Nous avons étudié un bloc de 40 rangées contigues, s'étendant sur

une longueur de 39 m et une largeur de 63 m; les données se rapportent à un total de 2074 arbres. Soulignons encore que ce sont tous les arbres de ce bloc qui ont été étudiés, en d'autres termes une population et non un échantillonnage.

Avant de passer à l'exposé des données recueillies, nous définirons quelques termes qui sont utilisés dans le texte, au point de vue statistique et à propos des arbres:

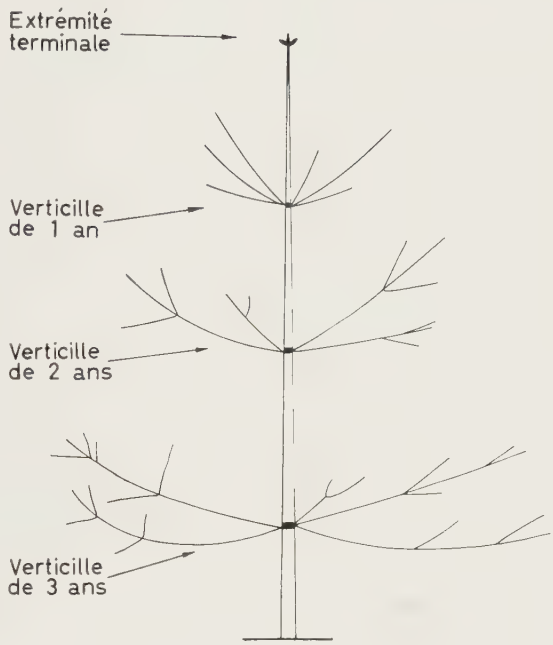


*Fig. 2*

a. termes statistiques:
*échantillonnage* («sample» en anglais): une collection d'observations, d'échantillons provenant de la population;
*échantillon* («sample unit»): chacune des observations élémentaires. Dans le cas présent, il correspond à un arbre, qui peut porter un nombre variable de larves, de branches, etc. Cette terminologie particulière évite le mot «individu» habituellement adopté comme traduction française de «sample unit», mais qui peut prêter à confusion avec l'individu insecte.

b. pour les arbres:
*extrémité terminale:* l'extrémité de la flèche de l'arbre portant un groupe de *bourgeons terminaux;*
*verticille de 1 an:* les branches formées l'année précédant celle de l'étude;
*verticille de 2 ans:* plus vieux encore d'un an, il se compose de branches ramifiées, chaque ramification portant un groupe de bourgeons. Le verticille de 3 ans n'a pas été étudié, car il est apparu qu'il n'était quasi jamais attaqué par la pyrale, dans le cas présent tout au moins.

Pour chaque arbre, on a noté:
1. la hauteur de l'arbre, depuis le sol jusqu'à la base des bourgeons terminaux;
2. le nombre d'extrémités terminales: presque toujours 1, parfois 0 (arbre étêté) ou 2 (arbre ayant deux flèches);
3. le nombre de bourgeons terminaux;
4. le nombre de branches au verticille de 1 an;
5. le nombre de branches au verticille de 2 ans;
6. le nombre d'extrémités au verticille de 2 ans;
7. le nombre de larves à l'extrémité terminale;
8. le nombre de larves au verticille de 1 an;

9. le nombre de larves au verticille de 2 ans.

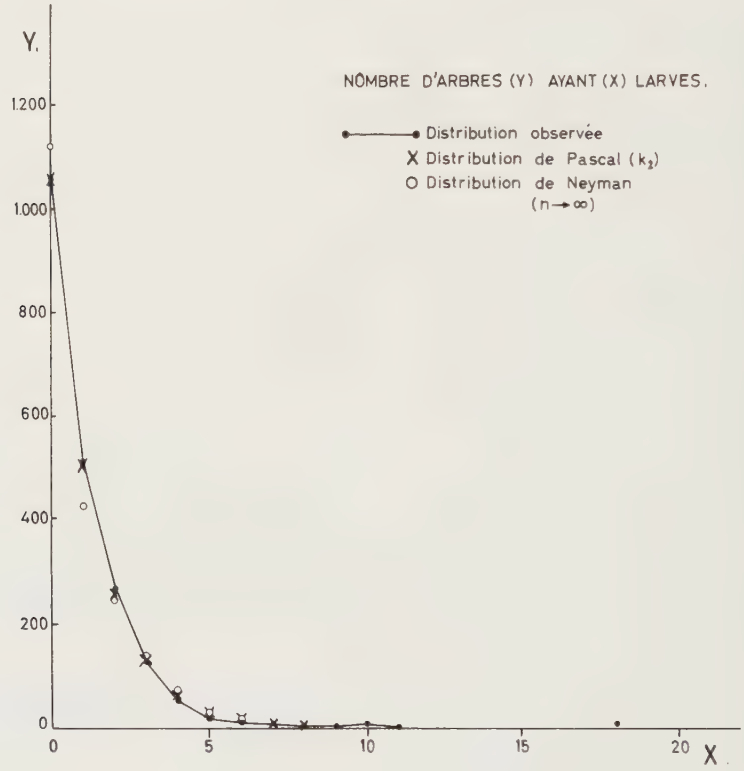
De ces chiffres ont été tirées, entre autres, pour chaque arbre:
— la somme des larves: somme des points 7, 8 et 9;
— la somme des extrémités: somme des points 2, 4 et 6.

La totalité de ces données a été recueillie uniquement pour les 738 arbres constituant 14 rangées. Ultérieurement, seuls les points 1, 7, 8 et 9 ont été étudiés, étant seuls nécessaires pour l'étude des pyrales, et les premières données étant suffisantes pour l'étude des arbres.

## III. Distribution de la population de *Retinia buoliana*

Un des premiers problèmes que nous avons cherché à résoudre était de connaître la forme de la distribution de la population des larves de Retinia buoliana.

Pour étudier la distribution des pyrales, nous avons adopté l'arbre comme unité d'échantillonnage. Les 2074 arbres portaient 2015 larves, soit une




*Graph. I*

moyenne de 0,972 larve par arbre. Le graphique 1 et le tableau 1 ci-dessous montrent les effectifs observés pour les divers nombres de larves par arbre. On y remarque que la distribution est totalement asymétrique, et que 1063 arbres, soit plus de la moitié des arbres, ne sont pas attaqués.

*Tableau 1*

**Distribution des larves de Retinia buoliana sur Pinus sylvestris, et accord avec différentes distributions théoriques**

| Classe | Effectifs observés | Effectifs calculés d'après Bin. nég. ($k_2$) | Bin. nég. ($k_3$) | Neyman A | Neyman (n ∞) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 063 | 1 062,6 | 1 069,2 | 1 180,2 | 1 132,7 |
| 1 | 511 | 509,8 | 504,4 | 340,0 | 426,6 |
| 2 | 264 | 251,3 | 248,7 | 255,1 | 241,3 |
| 3 | 123 | 125,0 | 124,4 | 147,4 | 131,5 |
| 4 | 56 | 62,4 | 62,7 | 76,1 | 69,6 |
| 5 et > 5 | S = 57 | S = 62,9 | S = 64,6 | S = 75,2 | S = 72,3 |
| | N = 2 074 | $\chi^2 = 1{,}89$ | $\chi^2 = 2{,}69$ | $\chi^2 = 111{,}7$ | $\chi^2 = 29{,}6$ |
| | Valeur de l'accord: | P = env. 60 % | P = env. 45 % | P = 0 | P = 0 |

Le fait que la courbe soit typiquement une courbe en J est assez normal, vu la faible densité de la population. Mais il y a lieu de se demander si cette distribution est une distribution de hasard ou non. On sait que les populations se répartissant au hasard suivent une distribution dite de Poisson, dont la forme est déterminée par la moyenne, et qui est d'autant plus asymétrique que cette moyenne est plus faible. La variance de cette distribution ($\sigma^2$) est égale à la moyenne ($\mu$). Si cette égalité ne s'observe pas, il faut conclure qu'on n'a pas affaire à une distribution de Poisson, à moins évidemment qu'il ne s'agisse d'une petite différence due aux variations aléatoires. La méthode suivante permet de tester rapidement si l'on peut admettre ou rejetter l'hypothèse d'une distribution de Poisson. Dans le cas idéal où l'estimation de la variance $s^2$ égale celle de la moyenne $\bar{x}$, on a: $s^2/\bar{x} = 1$. La déviation standard de ce rapport est: D.S. = $\sqrt{2n / (n-1)^2}$, où n est le nombre d'observations. Dès lors, si $s^2/\bar{x}$ est plus grand que 2 D.S., il y a seulement 5 chances sur 100 que la différence entre $s^2$ et $\bar{x}$ soit due au hasard, et l'on peut admettre qu'il ne s'agit pas d'une distribution de Poisson; cette conclusion est particulièrement valable lorsque, comme c'est le cas pour nos données, $s^2/\bar{x}$ vaut 2,21, tandis que D.S. = 0,03: on doit certainement rejeter l'hypothèse d'une distribution de Poisson.

Dans les populations naturelles, lorsqu'une telle inégalité apparaît, elle est presque toujours dans le sens $s^2 > \bar{x}$; ceci est caractéristique des populations agrégatives, distribuées en ilôts; cette forme de distribution a été dénommée «contagieuse» par certains auteurs. Parmi les formes les mieux connues de distributions contagieuses, il faut citer la distribution de Pascal, dite binomiale négative, la famille des distributions élaborées par Neyman, et enfin la Poisson binomiale. Ces trois types ont déjà été ajustés à des populations végétales et animales; nous avons testé l'accord de notre cas présent avec ces trois distributions. Nous ne nous étendrons pas ici sur les caractéristiques mathématiques et biologiques de ces distributions, ni sur les postulats qui sont à leur base. Ces données peuvent être trouvées dans divers traités de statistique et dans plusieurs articles, p.ex. Bliss et Fisher (1953), McGuire et al. (1957), Neyman (1939), etc.

La binomiale négative est obtenue à partir de la moyenne et du paramètre k qui peut se calculer de différentes façons: Bliss et Fisher donnent 3 méthodes pour le calcul de k; nous désignerons par $k_1$, $k_2$ et $k_3$ les valeurs ob-

tenues respectivement par les première, deuxième et troisième méthodes. Dans le cas présent, la première ne convient pas; $k_2 = 0{,}948$, et $k_3 = 0{,}917$. A partir de ces données, nous avons calculé les deux distributions théoriques et avons ensuite testé par $\chi^2$ leur accord avec la distribution réelle (tableau 1). On voit que, dans le cas présent, les deux méthodes donnent quasi le même résultat. Notons que, pour appliquer le test de $\chi^2$, nous avons groupé les classes au-delà de la classe 4, car leurs effectifs sont inférieurs à 2,5 % du total. Le nombre de degrés de liberté est égal au nombre de comparaisons moins 3. Le $\chi^2$ est faible dans les deux cas et la probabilité P est élevée: l'accord entre les distributions empirique et théorique est donc fort satisfaisant.

Nous avons ensuite calculé deux des différentes distributions de NEYMAN: la distribution de type A, pour laquelle le paramètre $n = 0$, et celle pour laquelle $n \to \infty$. La première distribution, qui se calcule aisément par la méthode indiquée par DOUGLAS (1955) ne s'adapte pas à la distribution observée ($\chi^2 = 112$); l'accord est moins mauvais dans l'autre cas (calculé d'après la méthode exposée par BEALL et RESCIA, 1953), mais le $\chi^2 = 29{,}6$ est encore beaucoup trop élevé (pour $P = 0{,}001$ et $\nu = 3$, $\chi^2$ vaut 16,3); les autres distributions pour n compris entre 0 et $\infty$, donneraient des accords intermédiaires avec la distribution réelle; en conclusion, les distributions de NEYMAN ne s'adaptent pas du tout à la population de Retinia que nous avons étudiée.

Enfin, nous avons envisagé la distribution Poisson binomiale que MCGUIRE et al ont adaptée avec succès à une population d'insectes. Il est apparu immédiatement que cette possibilité convenait encore moins bien que la précédente; en effet, pour les diverses valeurs possibles du paramètre n, l'effectif théorique de la classe 0 est toujours supérieur à celui obtenu pour la distribution de NEYMAN type A, qui est déjà trop élevé (la Poisson binomiale tend vers la NEYMAN type A quand le paramètre $n \to \infty$; et, plus n est petit, plus $F_0$ est grand).

En conclusion, la binomiale négative est la courbe s'adaptant le mieux à la distribution observée.

## IV. Influence de l'échantillonnage sur l'estimation de la distribution et de la moyenne

### A. Influence sur l'estimation de la distribution

Connaissant la distribution réelle de la population, il a été étudié dans quelle mesure un échantillonnage permet d'estimer cette distribution. Dans l'introduction, nous avons exposé les observations de MC GUIRE et al. à ce sujet, observations qui furent une des causes de la présente étude.

Dans la population, nous avons prélevé une première série de 5 échantillonnages composés chacun de 207 arbres pris au hasard, et une seconde série de 5 échantillonnages où les arbres ont été choisis de façon systématique, c.à.d. 1 arbre tous les 10; ils contenaient d'après les cas, 207 ou 208 arbres. Un premier test a consisté à comparer chaque distribution obtenue de la sorte avec une distribution théorique de même moyenne, mais ayant le paramètre k de la distribution totale. Le tableau 2 indique les valeurs du $\chi^2$ ainsi que la valeur de l'accord entre ces deux distributions. Dans l'ensemble, cet accord

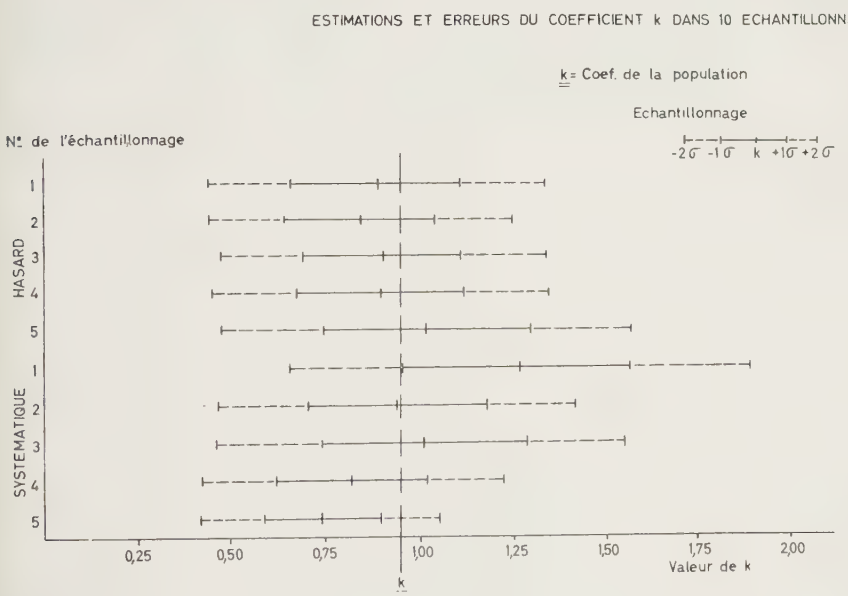
est très satisfaisant et oscille autour d'une probabilité moyenne d'environ 45 %; on devrait avoir une moyenne de 50 %, ce qui est peu éloigné du chiffre obtenu dont le calcul est d'ailleurs assez approximatif.

*Tableau 2*

| Mode d'échantillonnage | Echantillonnage n° | $\chi^2$ | P (en %) |
|---|---|---|---|
| Hasard | 1 | 3,80 | 20//10 |
| | 2 | 1,89 | 70//50 |
| | 3 | 1,64 | 70//50 |
| | 4 | 6,47 | 5//2 |
| | 5 | 2,05 | 70//50 |
| Systématique | 1 | 1,62 | 70//50 |
| | 2 | 0,47 | 95//90 |
| | 3 | 2,93 | 30//20 |
| | 4 | 4,11 | 20//10 |
| | 5 | 2,97 | 50//30 |

On peut conclure que la distribution estimée par un échantillonnage, qu'il soit au hasard ou systématique, reflète bien la distribution de la population totale, et que son estimation n'est pas sensiblement modifiée par le fait de l'échantillonnage.

Nous avons également cherché à savoir dans quelle mesure un échantillonnage permet d'estimer le paramètre k. Pour les dix mêmes séries, nous avons calculé k et ses limites d'estimation pour les seuils de probabilité de 68 et 95 % (c. à d. $\pm$ 1 $\sigma$ et $\pm$ 2 $\sigma$). Les résultats figurent sur le graphique II. Il apparaît que l'estimation est fort satisfaisante;




*Graph. II*

en effet, dans tous les cas, le paramètre k de la population est compris dans les limites 95 % de l'estimation, et même presque toujours dans les limites 68 % ($\pm$ 1 $\sigma$). Il est curieux de constater que les échantillonnages au hasard se groupent sensiblement mieux autour de la valeur du k de la population et conduisent à une estimation très fidèle de ce paramètre. Mais il ne nous semble pas qu'on puisse tirer des conclusions définitives à ce sujet, car le

nombre d'échantillonnages est trop réduit (5 pour chaque cas); aussi nous bornons-nous à signaler ce fait et à souhaiter une étude approfondie de cette question.

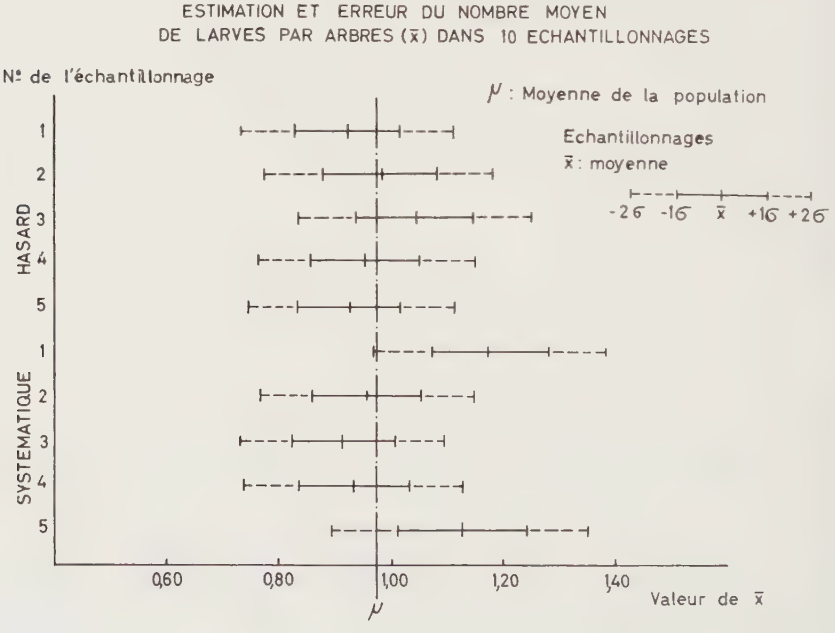
### B. Influence sur l'estimation de la moyenne

Il a été signalé ci-dessus qu'il y avait en moyenne 0,972 larve par arbre. Nous avons recherché dans quelle mesure l'échantillonnage permettait d'estimer cette moyenne.

Au départ des 10 mêmes échantillonnages que ceux utilisés pour l'étude de l'estimation du paramètre k, nous avons calculé les 10 moyennes et leurs erreurs d'estimation pour les seuils 68 % et 95 % ($\pm$ 1 $\sigma$ et $\pm$ 2 $\sigma$). Rappelons que le calcul de la variance d'une population se distribuant suivant une binomiale négative tient compte du paramètre k de cette distribution; on a: $\sigma^2 = \frac{\mu^2}{k} + \mu$, où $\mu$ est la moyenne de la population. On en tire l'erreur standard de la moyenne:

$$\sigma(\mu) = \sqrt{\frac{\frac{\mu^2}{k} + \mu}{N}}$$

où N est le nombre total d'échantillons. Les résultats obtenus par ce calcul sont donnés dans le graphique III. On peut y constater que les estimations




*Graph. III*

sont très satisfaisantes quand les échantillons sont choisis au hasard, et sont un peu moins bonnes quand ils sont choisis systématiquement, ce qui est la

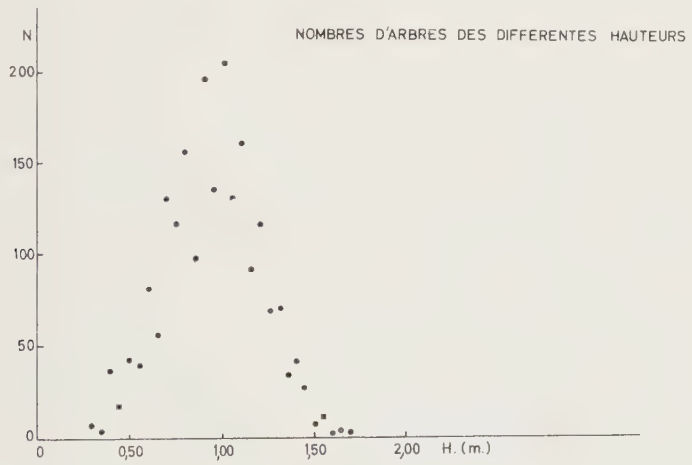
même conclusion que celle tirée à propos de l'estimation du paramètre k (graphique II). Nous avons cherché à comparer les valeurs des estimations obtenues par l'échantillonnage au hasard et par l'échantillonnage systématique. Cela fut réalisé en calculant le coefficient de variation (C. V.) pour chacun de ces deux cas. On a ainsi obtenu:
– pour les 5 échantillonnages au hasard: C. V. = 4,6 %;
– pour les 5 échantillonnages systématiques: C. V. = 10,7 %.
Ces valeurs montrent que la première méthode fournit une estimation plus fidèle de la moyenne. Cependant, nous insistons encore sur le caractère provisoire de cette conclusion que des recherches plus nombreuses devraient confirmer.

## V. Description du bois et des arbres

### A. Description du bois

Dans le bois étudié, les arbres étaient plantés en rangées distantes de 1 m; les arbres eux-mêmes sont à un écartement moyen de 1,05 m.

La hauteur des arbres, qui sont âgés de 5 ans, est en moyenne de 0,94 m. Le graphique IV montre la répartition du nombre d'arbres pour chaque hauteur; celle-ci a toujours été estimée à 5 cm près. A l'exception de 2 individus, les arbres de hauteur inférieure à 0,40 m n'ont pas été pris en considération, car ils étaient moins élevés que la végétation herbacée et n'offraient donc aucun intérêt pour l'étude des pyrales. Il apparaît, sur le graphique, que la répartition est assez régulièrement symétrique; elle s'approche du type gaussien. Ceci est confirmé par le fait que la transformation en probits donne très approximativement une droite entre les points 2 % et 98 %.




*Graph. IV*

Nous avons recherché s'il existait un gradient de hauteur des arbres dans la parcelle étudiée. Le procédé employé est le suivant: chaque rangée a été divisée en 4, le premier quart contigu à la lande, le dernier quart étant contre le bois âgé nord-ouest. La somme de tous les quarts correspondants donne, pour l'ensemble du bois, le gradient entre ces deux limites. On observe (ta-

bleau 3) que la hauteur est plus faible sur les bords, et en particulier au voisinage du bois (0,878). Dans l'autre sens, l'étude a été faite en divisant le bloc en 5 groupes de 8 rangées chacun. Ici encore, un accroissement progressif de la taille est observable, du nord-est vers le sud-ouest. Le bois âgé du nord-est est peut-être cause partielle de ce phénomène, bien que la première rangée se trouve à 35 m de ce bois, et que celui-ci ne donne presque pas d'ombre aux jeunes pins, vu son orientation. Le tableau 3 donne également les moyennes des hauteurs des individus de chaque groupe divisionnaire composé chacun des quarts correspondants de 8 rangées successives.

*Tableau 3*

**Répartition de la hauteur des arbres (en mètres)**

| | Bois âgé – N.-E. | | | | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|
| Bois âgé N.-O. | 0,866 | 0,981 | 0,978 | 0,835 | 0,914 |
| | 0,876 | 0,996 | 0,992 | 0,880 | 0,937 |
| | 0,880 | 0,964 | 0,988 | 0,914 | 0,936 |
| | 0,874 | 1,004 | 0,927 | 0,939 | 0,935 |
| | 0,895 | 0,994 | 1,020 | 1,008 | 0,980 |
| Moyenne | 0,878 | 0,988 | 0,981 | 0,915 | |

$x = 0{,}942$

L'étude des branches et extrémités présente un intérêt plus grand, tant pour les recherches sur les pyrales que pour la connaissance des jeunes pins. Nous examinerons également les corrélations entre leur nombre et la hauteur des arbres.

### B. Nombre et distribution des branches et extrémités

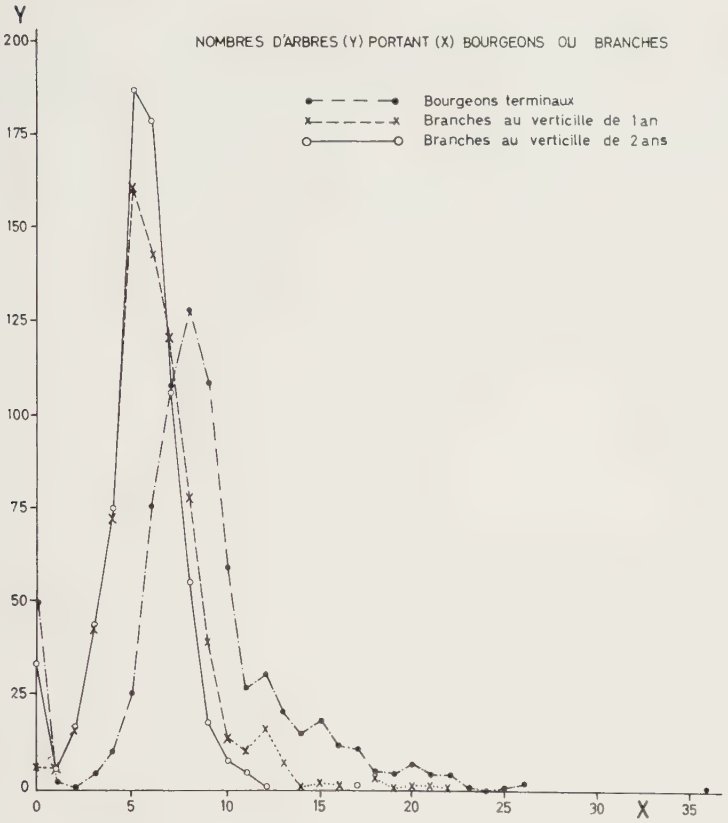
Le graphique V montre les distributions de fréquences des bourgeons terminaux et des branches aux verticilles de 1 et 2 ans.

En moyenne, ces pins ont 8,67 bourgeons terminaux. Mais une assez grande variabilité apparaît dans le graphique: sur les 738 pins, 50 sont totalement étêtés, et nombreux sont ceux dont la flèche se termine par une touffe de bourgeons (l'un d'eux en possède même 36), mais ces derniers cas sont presque certainement pathologiques.

En tenant compte des arbres étêtés et de ceux à deux flèches, les pins étudiés ont en moyenne 0,93 extrémité terminale.

Les bourgeons terminaux de l'arbre fournissent, l'année suivante, un premier verticille; celui-ci doit, en principe, contenir autant de branches qu'il y avait de bourgeons moins un, celui donnant la flèche. On devrait donc s'attendre à ce que la moyenne pour le verticille de 1 an soit d'environ 7,7. Or, cette moyenne n'est que 6,25; on remarque en particulier que la valeur modale est de 5 branches et, d'autre part, que les valeurs supérieures à 10 sont sensiblement moins nombreuses.

Ce phénomène s'accentue au cours du temps: le verticille de 2 ans avec une moyenne de 5,45 branches, diffère peu de celui de 1 an par le mode qui est encore de 5, mais rares sont les arbres ayant plus de 8 branches à ce niveau; et, tandis que les valeurs extrêmes se raréfient, on constate un accroissement des valeurs centrales 5 et 6.



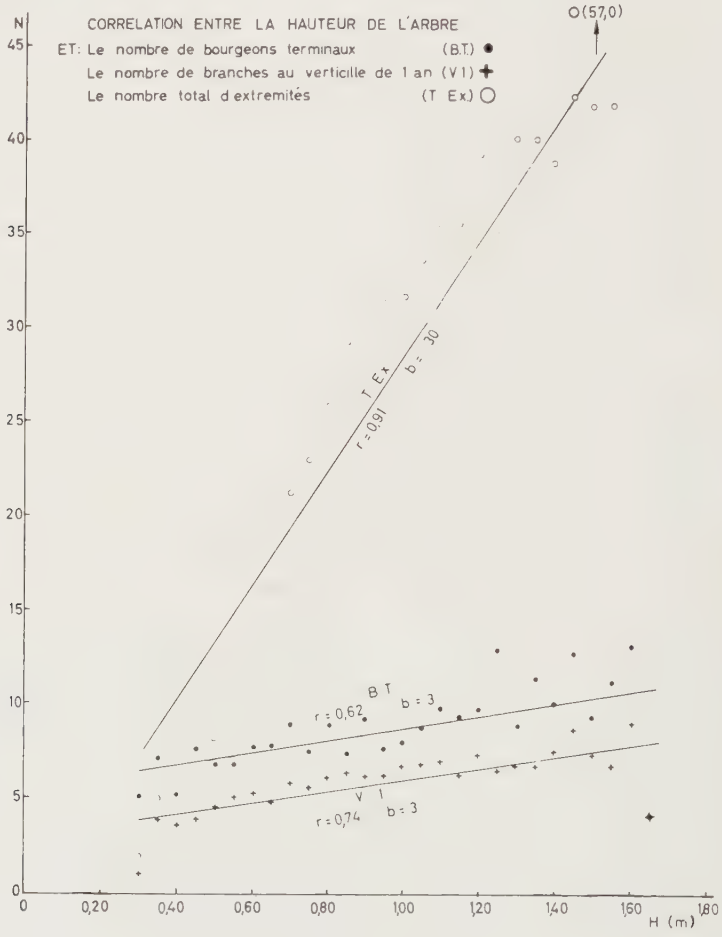

*Graph. V*

Il y a donc, du bas de l'arbre vers le haut, une augmentation progressive du nombre de branches à chaque verticille. Ce phénomène peut être expliqué par diverses hypothèses. Ou bien, le nombre de bourgeons produits par l'extrémité terminale est assez élevé mais, au cours des années, il y a régularisation vers une valeur moyenne par disparition d'une partie des bourgeons, surtout lorsqu'ils sont nombreux. Ou bien, au contraire, le jeune arbre produirait moins de bourgeons et cette production augmenterait et deviendrait irrégulière les années suivantes. Une autre explication encore serait que le climat, variant d'une année à l'autre, influence le nombre de bourgeons produits par l'arbre. On ne possède cependant pas les données nécessaires pour déterminer quelle est la véritable explication de cette observation.

Le nombre d'extrémités s'accroît considérablement au verticille de 2 ans. Alors qu'il n'y en avait évidemment qu'une par branche à 1 an, la moyenne à 2 ans est de 3,92, par suite de la ramification subie par chaque branche et, pour l'ensemble de ce verticille, la moyenne est de 21,35. Cet étage paraît donc susceptible de fournir de nombreuses possibilités aux pyrales, mais nous verrons plus loin qu'en réalité il est moins attaqué, proportionnellement, que les étages supérieurs. Notons encore que le nombre d'extrémités au second verticille est très variable d'un arbre à l'autre.

### C. Relation entre la hauteur de l'arbre et le nombre de branches et extrémités

Pour chaque hauteur d'arbre, nous avons calculé le nombre moyen de bourgeons terminaux, le nombre moyen de branches (et donc d'extrémités) du verticille de 1 an, et enfin le nombre total d'extrémités par arbre (c.à.d. la somme de l'extrémité terminale et de celles des 1r et 2me verticilles, ces dernières constituant la grosse majorité du total). Les résultats sont donnés par le graphique VI.




*Graph. VI*

Les trois valeurs sont en corrélation positive très nette avec la hauteur de l'arbre (les coefficients de corrélation r sont indiqués sur le graphique; tous les 3 sont très significatifs)[1].

[1] Il est évident que, étant calculés à partir de données dont certaines ne sont pas distribuées normalement, les coefficients r et b n'ont qu'une valeur indicative; on ne les utilisera dans des tests qu'avec toute la prudence nécessaire, et on exigera alors des marges de sécurité plus larges.

En vue de l'étude ultérieure de la relation entre les insectes et l'arbre, il y a lieu de souligner la particularité suivante. Les nombres moyens de bourgeons terminaux d'une part, et de branches au verticille de 1 an d'autre part, augmentent quand on a affaire à arbres plus élevés, mais cette augmentation est assez lente. Pour les deux cas, le calcul de la régression fournit un coefficient b = env. 3. Au contraire, le nombre total d'extrémités s'accroît rapidement quand progresse la taille de l'arbre (b = 30). Or, ce nombre étant essentiellement constitué par les extrémités du second verticille, il apparaît que la vigueur d'un arbre, reflétée par sa hauteur, se traduit également dans une luxuriance des niveaux inférieurs et de leurs ramifications.

Notons que tous les coefficients b, aussi bien ceux du graphique VI que ceux des graphiques VII et VIII sont très significativement différents de 0, même les plus faibles d'entre eux tels que b = 0,03 du graphique VIII[1].

## VI. Etude des dégâts commis par la pyrale

Cette dernière partie sera consacrée à l'étude des dégâts commis par la pyrale, et mettra en relief certains aspects du comportement de cet insecte vis-à-vis de l'arbre.

### A. Emplacement des dégâts sur l'arbre

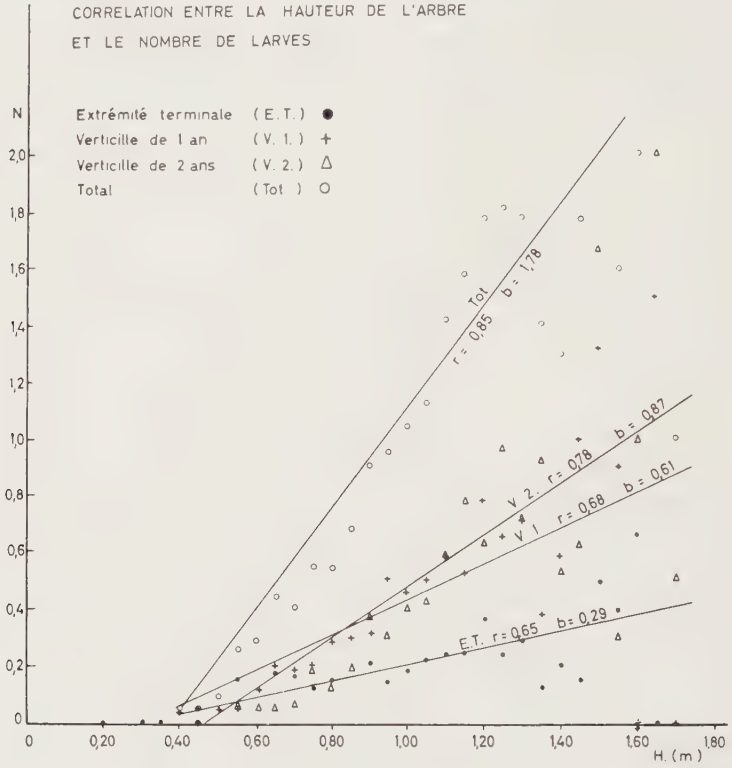
Un premier problème était de rechercher si les attaques sont plus nombreuses sur un étage déterminé de l'arbre. Dans le tableau 4, nous avons indiqué d'abord le nombre moyen d'extrémités terminales et d'extrémités au premier et au second verticille. Ces chiffres proviennent des 738 arbres pour lesquels la totalité des mesures décrites plus haut (titre II) a été récoltée. Ensuite, la deuxième ligne donne le nombre moyen de larves par étage; il apparaît que cette moyenne est plus élevée en bas de l'arbre qu'au sommet. Si, pour chaque étage considéré, on divise le nombre moyen de larves par le nombre moyen d'extrémités, on obtient le nombre moyen de larves pour chaque extrémité (3me ligne); et l'on constate que les larves sont proportionnellement plus nombreuses en haut de l'arbre; une extrémité du niveau terminal porte en moyenne 0,253 larve, tandis qu'au premier verticille une extrémité n'a plus que 0,076 larve; enfin, au second verticille, ce chiffre descend à 0,024. On peut donc conclure que l'insecte attaque de préférence les extrémités supérieures des arbres. Nos données permettent une estimation quantitative d'un phénomène que quelques auteurs avaient déjà signalé (Voûte, 1946, Butovitsch, 1936).

*Tableau 4*

| | Extrémité terminale | Verticille de 1 an | Verticille de 2 an |
|---|---|---|---|
| Nombre moyen d'extrémités par arbre | 0,93 | 6,25 | 21,35 |
| Nombre moyen de larves pour l'étage | 0,236 | 0,478 | 0,505 |
| Nombre moyen de larves par extrémité | 0,253 | 0,076 | 0,024 |

### B. Influence de la hauteur de l'arbre sur le nombre de larves

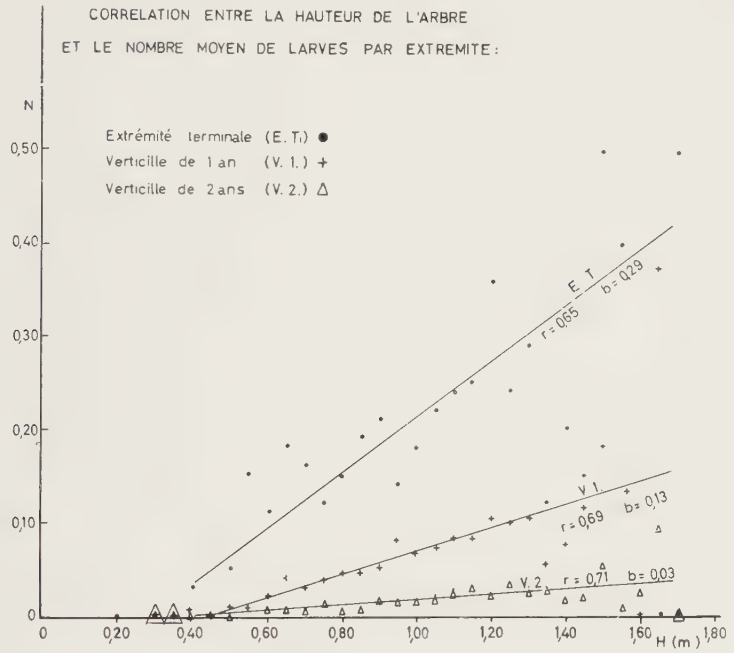
Ayant ainsi constaté qu'une extrémité a d'autant plus de risques d'être attaquée qu'elle est située plus haut sur l'arbre, on doit se demander si la probabilité d'attaque augmente avec la hauteur relative d'une extrémité, ou si un facteur absolu joue. Dans le premier cas, les extrémités supérieures seraient toujours plus attaquées que les inférieures, et ce sans relation aucune avec la hauteur de l'arbre; dans l'autre cas, au contraire, le nombre de larves serait




*Graph. VII*

d'autant plus important que l'extrémité serait plus haut au-dessus du sol; il serait donc résultant de deux facteurs: la position de l'extrémité sur l'arbre et la hauteur de celui-ci. Pour résoudre ce problème, nous avons d'abord mis en relation (graphique VII) le nombre moyen de larves avec la hauteur de l'arbre; y sont figurées les moyennes par arbre et pour chacun des trois étages: terminal, verticille de 1 an et verticille de 2 ans. La corrélation est très nettement positive: plus l'arbre est grand, plus il est attaqué et, en outre, un étage donné est plus souvent attaqué lorsqu'il est sur un arbre plus grand. Pour chiffrer cette relation, les coefficients de régression b ont été calculées; ils sont approximativement: 1,8 pour le nombre de larves par arbre («total» sur le graphique), et respectivement 0,3, 0,6 et 0,9 pour les étages terminal, 1 an et 2 ans. On constatera un fait intéressant: ce coefficient est d'autant plus grand que l'on a affaire à un niveau situé plus bas sur l'arbre. Cela semble-

rait signifier que l'accroissement de hauteur d'un arbre exerce beaucoup d'effets sur la probabilité d'attaques à un niveau inférieur, mais a peu d'influence sur les attaques à l'extrémité terminale. Cette conclusion est valable si l'on considère l'ensemble de l'étage. Mais il serait plus exact de rapporter ces chiffres au nombre d'extrémités par étage; or, on a vu ci-dessus (graphique VI) que ce nombre augmente, lui aussi, en fonction de la hauteur de l'arbre. Il y a donc lieu, pour mieux approcher la réalité, de diviser le nombre de larves à un étage donné par le nombre d'extrémités de cet étage, et de rechercher alors si la valeur ainsi obtenue, c.à.d. le nombre moyen de larves par extrémité, est en relation avec la hauteur de l'arbre. Par ce procédé, on




*Graph. VIII*

aboutit (graphique VIII) aux coefficients b = 0,29 (étage terminal), 0,13 (verticille de 1 an) et 0,03 (verticille de 2 ans). La conclusion apparaît donc fort différente: pour le niveau inférieur, la probabilité d'attaque n'est que très faiblement accrue si la hauteur de l'arbre (et donc la hauteur de l'extrémité par rapport au sol) augmente. Au contraire, pour le niveau terminal, la hauteur de l'arbre est de grande importance. Enfin, celle-ci a une influence moyenne sur le nombre de larves au niveau intermédiaire.

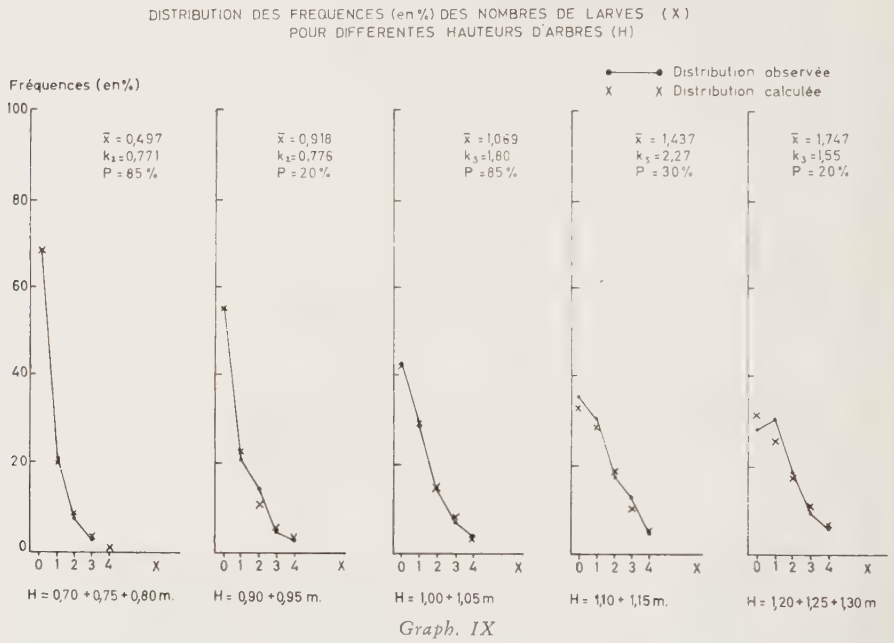
En résumé, on peut dire qu'une extrémité du verticille de 2 ans a un peu plus de risques d'être attaquée si elle est sur un grand arbre que si elle est sur un petit; au contraire, une extrémité terminale a beaucoup plus de risques d'être attaquée si elle est située sur un arbre élevé. D'autre part, le nombre d'attaques au verticille de 2 ans est sensiblement plus important sur un grand arbre que sur un petit, mais cela est dû au fait que, sur cet arbre, il y a beaucoup plus d'extrémités à cet étage. Un tel facteur ne joue évidemment pas au

niveau terminal qui n'a qu'environ une extrémité en moyenne. Pour le niveau intermédiaire, les conclusions également sont intermédiaires.

### C. Influence de la hauteur de l'arbre sur la distribution des pyrales

On a vu plus haut (titre III) que la population des pyrales se répartit, non pas au hasard, mais selon une forme de distribution agrégative. Ayant constaté que la hauteur des arbres a une influence sur ces insectes, on peut également se demander si elle ne détermine pas ce caractère agrégatif de leur répartition.

Ce problème peut être étudié en examinant la forme de la distribution des insectes sur les arbres d'une hauteur donnée. Afin d'avoir un nombre assez grand d' observations pour chaque cas, nous avons groupé certaines classes d'arbres de hauteurs voisines, à condition que les nombres moyens de larves, pour chacune de ces classes, diffèrent peu; par exemple, nous avons




*Graph. IX*

réuni les arbres mesurant 1,20, 1,25 et 1,30 m, qui avaient respectivement en moyenne 1,77, 1,82 et 1,78 larves. Nous avons ainsi établi les courbes de distribution pour 5 groupes, et ces courbes figurent au graphique IX. Sont en outre indiquées sur ce graphique, pour chacun des 5 groupes: la moyenne du nombre de larves ($\bar{x}$), la valeur du coefficient k, et la valeur de l'accord entre la distribution réelle et la distribution de Pascal calculée à partir de ce k et de la moyenne. Cette valeur est exprimée, comme d'habitude, par la probabilité P d'avoir un écart de même importance par le seul jeu du hasard. Les coordonnées de ce graphique sont les mêmes que celles du graphique I, mais les nombres d'observations (en ordonnée) sont en pourcentages. Il

apparaît clairement que les distributions sont nettement agrégatives, les probabilités étant toujours très élevées. En conclusion, on peut considérer que le choix des arbres les plus hauts n'est pas la cause de ce que les insectes ne se répartissent pas au hasard, mais il est évidemment impossible de dire si ce choix ne détermine pas en partie cette répartition. Il faut en effet se rappeler que les facteurs d'agrégation sont habituellement nombreux et complexes.

### D. Répartition de la densité de larves

Une autre question étudié est la répartition dans le bois de la densité de larves. Nous avons vu précédemment (tableau 3) que les hauteurs des arbres variaient d'un endroit à l'autre; on peut donc s'attendre à trouver divers gradients dans les densités de larves, ceci en rapport avec les variations des hauteurs des arbres et avec l'effet des landes et bois contigus. En employant le même procédé que celui décrit ci-dessus pour l'étude des gradients des hauteurs des arbres (titre V. A.), le tableau 5 a été établi; il montre que la densité de larves est sensiblement moins forte au voisinage du bois âgé nord-ouest et que le nombre moyen de larves par arbre augmente très régulièrement lorsqu'on s'éloigne de ce bois. Dans l'autre direction, aucun gradient bien défini n'est décelable. La proximité du premier bois exerce donc une influence sur la densité des pyrales.

*Tableau 5*

**Répartition du nombre moyen de larves par arbre**

| | | Bois N.-E. | | | Moyenne |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0,73 | 1,08 | 1,27 | 1,39 | 1,11 |
| | 0,85 | 0,92 | 1,03 | 1,13 | 0,98 |
| Bois N.-O. | 0,65 | 0,99 | 0,96 | 1,08 | 0,92 |
| | 0,65 | 0,76 | 0,85 | 0,97 | 0,81 |
| | 0,72 | 1,09 | 1,10 | 1,21 | 1,03 |
| Moyenne | 0,72 | 0,97 | 1,04 | 1,15 | |

$\bar{x} = 0{,}97$

On a vu précédemment que les arbres les plus élevés sont en moyenne plus souvent attaqués que les arbres plus petits. Cependant, les tableaux 3 et 5 apportent d'autres renseignements sur les facteurs qui influencent la densité des larves. On constate en effet que dans le sens nord-ouest – sud-est, les arbres sont plus élevés au milieu et plus petits de part et d'autre; cependant, dans le même sens, le nombre moyen de larves croît régulièrement du nord-ouest vers le sud-est; les deux gradients ne se superposent donc pas. Il faut en conclure que, à côté de la hauteur des arbres, il existe d'autres facteurs qui influencent la densité des pyrales.

## Conclusions et résumé

Il nous semble important de souligner tout d'abord la limitation de la présente étude. Celle-ci, en effet, ne porte que sur un seul bois de faible étendue;

ce bois est plus petit que la moyenne et a été établi sur une ancienne prairie pauvre. En outre, on ignore tout de la provenance de ces arbres. Tous ces éléments particuliers font que nous ne pouvons pas considérer que nos résultats soient applicables à tous les bois de pins. Il faudrait, pour cela, étendre cette étude à un certain nombre d'autres cas. Cependant, plusieurs conclusions peuvent être dégagées qui, très probablement, seraient confirmées par des recherches sur d'autres populations de pyrales.

D'une part, la forme de la distribution des pyrales est nettement agrégative, et se rapproche le mieux de la distribution de Pascal (binomiale négative). Cette même distribution se retrouve d'ailleurs chez de nombreuses autres populations animales (voir p. ex. Bliss et Fisher 1953, Nef 1958, etc.) et est probablement très répandue. Un échantillonnage permet d'estimer de façon satisfaisante la moyenne et le paramètre k, surtout lorsque les échantillons sont pris au hasard. Cependant, il y aurait lieu de confirmer, par des données nouvelles et variées, la supériorité de l'échantillonnage au hasard sur l'échantillonnage systématique.

D'autre part, on a étudié l'effet de la hauteur des arbres sur le nombre de larves et sur la distribution des insectes. Les arbres les plus élevés sont également les plus attaqués (ce que certains auteurs avaient déjà constaté), et c'est l'extrémité terminale qui subit le plus fortement l'influence de la hauteur de l'arbre sur le nombre de larves.

Enfin, il a pu être mis en évidence que la hauteur de l'arbre n'est pas le seul facteur, dans un bois donné, qui influence les insectes. En effet, les distributions restent agrégatives lorsqu'on ne considère que les arbres d'une hauteur donnée et, de plus, les gradients des nombres moyens de larves par arbre ne coïncident pas avec les gradients de hauteur des arbres. Il sera nécessaire de poursuivre les recherches pour découvrir les autres facteurs écologiques agissant sur les pyrales; par exemple, les bois voisins pourraient avoir un effet sur les parasites ou sur la dessiccation des jeunes arbres; Voûte (1946 et 1957) en particulier a souligné l'importance de cette dessiccation sur les premières attaques des jeunes larves et donc de leur survie. C'est la connaissance de tels éléments qui permettra finalement une lutte efficace contre les pullulations endémiques de Retinia buoliana que maints forestiers considèrent comme l'insecte le plus nuisible au Pin sylvestre.

## Zusammenfassung

Diese Studie beschäftigt sich mit den Kiefernknospenwicklerlarven *(Retinia buoliana)* und den Bäumen des jungen Kiefernbestandes *(Pinus silvestris)*.

Zunächst wurde festgestellt, daß die Kiefernknospenwickler in aggregativer Weise vorkommen: die Pascal-Verteilung (negative Binominalverteilung) ist besser anwendbar auf die Insekten als die Neyman- und die binomiale Poisson-Verteilung. Ein willkürlich ausgewähltes Beispiel erlaubt auf zufriedenstellende Weise das Mittel und den Koeffizienten der Pascal-Verteilung zu schätzen.

Darauf wurde das Verhältnis der Baumhöhe zur Larvenzahl studiert und festgestellt, daß die Wipfel der höchsten Bäume am meisten angegriffen werden.

Die Höhe der Bäume ist jedoch nicht der einzige Faktor, der im Wald den Kiefernknospenwickler beeinflußt. Die Verteilungen bleiben auch dann

aggregativ, wenn man Bäume gleicher Höhe nimmt, und außerdem stimmen die Gradiente der mittleren Larvenzahl pro Baum nicht mit den Gradienten der Baumhöhen überein. Noch viele andere ökologische Faktoren wirken auf den Kiefernknospenwickler, z. B. können angrenzende, ältere Wälder einen Einfluß auf die Parasiten selbst ausüben oder auch auf das Verdorren junger Bäume, wodurch der Erstbefall des Kiefernknospenwicklers beeinflußt wird. Eine genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge wird es ermöglichen, auf entscheidende Weise den Kampf gegen dieses Insekt aufzunehmen, das so große Zerstörungen in jungen Kiefernbeständen anrichtet.

## Summary

This study is concerned with the larvae of the Pine shoot moth *(Retinia buoliana)* in young Scotch Pine, and with the trees of the plantation.

Firstly, the Retinia appeared to have an aggregative distribution. The Pascal distribution (negative binomial) fits that of the insects better than the Neyman distribution or the Poisson binomial. A sample gives an accurate estimation of the mean and of the coefficient k of the Pascal distribution, especially if the sample units are taken at random.

Secondly the influence of the size of the trees on the number of larvae was considered. The tallest trees were the more severely attacked, and the leading shoot suffers most. This attack of the leading shoot is dependent on the size of the tree.

Finally, it has been possible to point out that the size of the tree was not the only factor influencing the insects in a given stand. Indeed, the distributions are still aggregative when trees of a given size only are considered and, moreover, the gradients of the mean number of larvae per tree do not coïncide with the gradients of the tree size. Various other ecological factors can bear on the Pine shoot moths, for instance: the older adjacent stands can influence the parasites, or the desiccation of the young trees which conditions the first attack of the larvae. Elucidation of these observations should allow an effective control of the Pine shoot moth which causes important damages to young pine stands.

## Bibliographie

Beall G. & Rescia R. R., 1953: A generalization of Neyman's contagious distributions. Biometrics, 9, p. 354–386.

Bliss C. I. & Fisher R. A., 1953: Fitting the negative binomial distribution to biological data. Note on the efficient fitting of the negative binomial. Biometrics, 9/2, p. 176–200.

Butovitsch V., 1936: Studier över Tallskottvecklarven *Evetria buoliana* Schiff. Medd. f. Statens Skogsförsöksanstalt, Heft 29, p. 471–556.

Debauche H. R., 1958: Problèmes de biocénotique. Rev. Quest. Scientif., janvier 1958, p. 58—89.

Douglas J. B., 1955: Fitting the Neyman type A (two parameters) contagious distribution. Biometrics, 11/2, p. 149–173.

Mc Guire J. V., Brindley T. A. & Bancroft T. A., 1957: The distribution of European Corn Borer Larvae *Pyrausta Nubilalis* (Hbn) in Field corn. Biometrics, 13/1, p. 65—78.

Nef L., 1958: The distribution of microarthropods in the soil. Rep. of Int. Colloq. on Methods in Soil Zoology, Rothamsted. Ed. Butterworth, London.

Neugebauer W., 1952: Die Bekämpfung des Kieferntriebwicklers. Forstarchiv, 23/8, p. 159–165.

Neyman J., 1939: On a new class of «contagious» distributions applicable in entomology and bacteriology. Ann. Math. Stat., 10, p. 35–57.

Voûte A. D., 1946: De oorzaak van het optreden van gradaties van de dennenlotrups (*Evetria buoliana* Schiff.) en de mogelijkheid deze te voorkomen. Nederl. Bosbouw-Tijdschrift, nr 4–6.

Voûte, A. D., 1957: Regulierung der Bevölkerungsdichte von schädlichen Insekten auf geringer Höhe durch die Nährpflanze *(Myelophilus piniperda, Retinia buoliana, Diprion sertifer).* Zeitschr. angew. Ent., 41 (2/3), p. 172–178.

*Aus dem Institut für Pflanzenschutz*
*an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Ankara/Türkei*

# Haselnußschädlinge in der Türkei

Von Bekir Alkan, Ankara

## Einleitung

Die Türkei, insbesondere Anatolien, ist das Heimatland vieler Obstarten, die im dortigen Klima günstig gedeihen. Die wichtigsten landwirtschaftlichen Exportprodukte der Türkei sind Tabak, Baumwolle und Haselnüsse. Aus diesem Grunde kommt der Haselnuß in der Türkei eine große Bedeutung zu. Der Haselnußanbau ist ziemlich alt. Nach Berti Pichal (siehe Bulutay, K. und Magden, R. Z. 1928) ist das Ursprungsland der Haselnuß Europa. Aber viele Autoren, so Columella und Plinius, kamen zur Überzeugung, daß das Ursprungsland der Haselnußkulturen der Pontus ist, also die heutige Küste des Schwarzen Meeres. Nach diesen Autoren haben die alten Griechen die Haselnußsprößlinge von Pontus nach Heraclia und Kidonia eingeführt und dort angepflanzt. Heraclia heißt heute Edremit und liegt in der Westtürkei. Kidonia, heute Ayvalik, liegt gegenüber den Mytiline-Inseln. Der damalige Name der Haselnuß (*Corylus avellana*) war in diesen Gegenden *Nux heracleotica* und *Nux Pontica*. Später wurde die Haselnuß von den alten Griechen von Heraclia und Kidonia aus nach Toscana, Rom und Neapel gebracht. In diesen Gebieten war es nach Avellino sehr günstig für die Haselnuß. Die alten Römer hatten die Haselnuß auch *Nux avellana* oder *Nux abellana* genannt. Die Araber haben die Haselnuß während ihrer Herrschaftszeit nach Sizilien eingeführt und dort moderne Anbaumethoden angewendet. Ibni Fadil empfahl die Bewässerung, Düngung und das Umhacken der Haselnußgärten. Haci Ahmet betont, daß beim Herausziehen der Schößlinge die Borke nicht geschädigt werden dürfe, da sonst die Insekten in die Pflanze eindringen. Aus dieser Zeit (1160) stammen die ersten Schriften über Haselnußkulturen. Nach diesen wurden in vielen großen Besitztümern bei Avellino Haselnüsse angebaut. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts erlangte die Haselnuß in Sizilien große wirtschaftliche Bedeutung. Haselnußholz war ein Symbol für den Frieden. Die alten Römer zündeten Fackeln aus Haselnußsträuchern bei Hochzeiten an und wünschten der Braut und dem Bräutigam Glück. In der Türkei existieren sehr wenige Angaben über die Geschichte und Entwicklung der Haselnußkulturen. Nach Dikmen, H. (siehe Bulutay, K. und Magden, R. Z. 1928) wurden Haselnußpflanzen zum ersten Male von Ibrahim Aga in Giresun gepflanzt. Giresun (es liegt an der Küste des Schwarzen Meeres) ist also ein Kulturzentrum für den türkischen Haselnußanbau und -handel.

## Verbreitungsgebiete der Haselnuß

In vielen Ländern gedeihen heute Haselnüsse in Wild- und Kulturform, in Wäldern und in Gärten. Ausgedehnte Haselnußkulturen erstrecken sich heute in der Türkei, Italien und in Spanien. In der Türkei ist sie heute in 28 von den insgesamt 66 Provinzen mehr oder weniger verbreitet. Die Flächenausdehnung der Haselnußgärten beträgt allein im Gebiet des Schwarzen Meeres 171 000 ha. Nach Angaben der Türkischen Statistischen Generaldirektion betrug die Haselnußproduktion im Jahre 1954 folgende Mengen: s. Tabelle S. 188.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Haselnußproduktion ist deshalb in der türkischen Landwirtschaft sehr groß. Nach einer Obstbaumkulturen-Statistik der Türkischen Statistischen Generaldirektion sind die Erntemengen und ihr wirtschaftlicher Erlös in Tabelle 1 aufgezeigt.

Besonders bemerkenswert ist die Jahresproduktion von 1954 mit 123 141 Tonnen. Ihr Geldwert beträgt rund 150 Millionen türk. Pfund, das sind 220 Millionen DM oder 53 Millionen US-Dollar.

| Provinz | Haselnußproduktion in Tonnen | Provinz | Haselnußproduktion in Tonnen |
|---|---|---|---|
| Ordu | 36 700 | Kocaeli (Izmit) | 810 |
| Giresun | 36 000 | Samsun | 671 |
| Trabzon (Trapezunt) | 25 000 | Çoruh | 666 |
| Bolu | 8 609 | Bitlis | 125 |
| Rize | 7 590 | Kastamonu | 85 |
| Sakarya (Adapazari) | 5 333 | Istanbul | 77 |
| Zonguldak | 1 233 | | |

*Tabelle 1*

| Jahr | Haselnußproduktion in Tonnen | Preis/kg | Geldwert in türk. Lira |
|---|---|---|---|
| 1951 | 93 224 | 101 | 94 156 000 |
| 1952 | 77 850 | 94 | 73 179 000 |
| 1953 | 46 067 | 108 | 49 752 000 |
| 1954 | 123 141 | 122 | 150 232 000 |
| 1955 | 52 629 | 218 | 114 731 000 |

Die Haselnußprodukte sind eine wichtige Devisenquelle für die Türkei. Nach einer Mitteilung der Türkischen Statistischen Generaldirektion in Ankara beträgt der Geldwert der ins Ausland exportierten Haselnußprodukte des Jahres 1955 97,5 Millionen türk. Lira. 1955 wurden Haselnußprodukte nach 8 Ländern exportiert.

## Die Haselnußschädlinge

Es gibt in der Türkei viele Haselnußschädlinge. Ihre Biologie und Bekämpfungsmethoden sind in allen Fällen noch nicht genau geklärt.

*Balaninus nucum* L., *Xyleborus dispar* F., *Eriophyes avellanae* Nal., *Polyphylla fullo* L., *Melolontha melolontha* L. u. a. verursachen ziemliche Schäden. Die Bestimmung der hier aufgeführten Haselnußschädlinge wurde im Britischen Museum (Natural History) in London durchgeführt. Die Namen der einzelnen Haselnußschädlinge werden folgend, nach dem zoologischen System geordnet, wiedergegeben:

*Acarina*-Arten:

1. *Eriophyes avellanae* Nal. Haselnußgallmilbe

Diese mikroskopisch kleine Milbe erzeugt durch ihre Saugreize Anschwellungen der männlichen und weiblichen Blüten und Blattknospen. Ihr Körper ist langgestreckt, weiß und wurmförmig. Durch den Milbenbefall werden die Knospenschuppen und die Nebenblätter stark vergrößert. Die fertig ausgebildete Knospengalle hat einen Durchmesser von 10 mm oder einen solchen von 13–15 mm. Die Haselnußgallmilben treten ziemlich häufig in fast allen türkischen Haselnußgärten auf. Nach Untersuchungen von I. Ural an der Küste des Schwarzen Meeres, schwellen die befallenen Knospen normalerweise Ende Juli oder Anfang August an und sind Ende August fertig ausgebildet und geschlossen. Schon Ende September, Anfang Oktober, öffnen sich die Knospengallen und einige in der Knospengalle befindliche Milben verlassen die Gallen und dringen in der Nähe in neue, gesunde Knospen ein. Diese, von Milben infizierten Knospen schwellen allmählich an und bilden kugelförmige Gallen. In diesen Gallen vermehren sich die Milben. In einer

Galle kann man mehrere 100 Eier, Larven und Erwachsene von *Eriophyes avellanae* Nal. finden. Die Milben überwintern in den Gallen.

*Cecidophyes vermiformis* Nal. wurde als Einmieter in den Haselnußgallen von *Eriophyes avellanae* Nal. von Dr. G. KROTT im Gebiet des Schwarzen Meeres während der Monate Mai, Juli 1955 bei einer entomologischen Exkursion gefunden. Nach Berichten von BODENHEIMER reduzierte *C. vermiformis* Nal. wahrscheinlich das Wachstum der Haselnußblätter. Nach erfolgter Überwinterung verlassen die *Eriophyes*-Milben die Knospengallen, je nach der Witterung, ab Mitte März und April. Sie besiedeln dann neue Knospenanlagen und verstekken sich zwischen Knospenschuppen, später zwischen kleinen Nebenblättern. Erst ab Ende Mai wandern die Milben in die Knospen. Die überwinternden Gallen trocknen und bräunen im Juni. *E. avellanae* Nal. hat bei uns 2 Wanderzeiten. Die erste Abwanderung erfolgt im Frühjahr (März–Mai), die zweite im Herbst (September–Oktober). Die Generationszahl ist unbekannt. Der Schaden der Haselnußgallmilbe ist groß, insbesondere in schlecht gepflegten Haselnußkulturen mit flachgründigen Böden, steinigen Hängen und an Südseiten. Meine Beobachtungen stimmen mit denen von SCHIMITSCHEK (1944) überein. Manche Haselnußbauern sind der Ansicht, daß bei starkem Auftreten der *Eriophyes*-Gallen eine bessere Haselnußernte zu erwarten ist. Dies wurde von I. URAL im Jahre 1956 in den Haselnußgärten der Provinz Ordu untersucht. Nach seinen Beobachtungen treiben ruhende Knospen, die neben oder am Grunde der Knospengallen liegen, aus. Diese ausgetriebenen Knospen sind meist weibliche Blüten, selten Blattknospen. Die meisten von ihnen entwickeln sich weiter. Trotzdem beträgt der Ausfall selbst in gut gepflegten Haselnußgärten durch Knospengallen ungefähr 50 %. In sehr schlecht gepflegten Gärten dagegen treiben sehr wenig schlafende Knospen aus und entwicklen sich nicht vollständig. Die Beobachtungen von I. URAL zeigen, daß die Behauptung der Haselnußbauern falsch ist. Die Knospengallen mindern immer den Ertrag. In manchen Jahren vernichten die Schädlinge bis zu 30 % der Haselnußknospen. Bisweilen gehen sämtliche Knospen eines Haselnußstrauches zugrunde. Ist der Milbenbefall sehr stark, sterben die Zweige und Äste ganzer Haselnußsträucher ab. Der *Eriophyes avellanae*-Befall ist immer dort stärker, wo der Haselnuß-Rüßler (*Balaninus nucum* L.) auftritt. Nach SCHIMITSCHEK (1944) schafft der Mil-

*Tabelle 2*

| Länder | Geldwert in Millionen türk. Lira |
|---|---|
| Westdeutschland | 54 |
| England | 11 |
| Österreich | 10 |
| Italien | 6 |
| Schweiz | 5 |
| Holland | 4 |
| Israel | 4 |
| Ungarn | 2 |
| Amerika | 1,5 |
| | 97,5 |

*Abb. 1.* Durch *Eriophyes avellanae* Nal.-Befall entstandene Knospengallen (Original)

benbefall die Voraussetzungen zum Befall der Hasel durch *Anisandrus dispar* Fabr.

**Bekämpfung**

Früher wurde die Milbe nicht bekämpft. Seit etwa 5 Jahren schneiden die Bauern die befallenen Triebe im Herbst und Winter ab und verbrennen sie. Diese Methode wird leider nicht überall und energisch genug durchgeführt. Außerdem ist der Erfolg nicht ausreichend. Nach den Versuchen von I. Ural in Terme bei Samsun ist die chemische Bekämpfung gegen diese Milbe erfolgreich. Nach seinen Versuchen aus dem Jahre 1956 hat sich die Bestäubung mit 4 kg Schwefel/Dekar im Frühjahr während der Wanderzeit der Milben gut bewährt. Wichtig sind nach Schimitschek (1944) folgende Vorbeugungsmaßnahmen:

a. Auswahl geeigneter Standorte für die Hasel,

b. gute Pflege und Kontrolle der Haselkulturen,

c. Entfernung aller Elemente der Macchie, die in die Haselkulturen eindringen.

Anmerkung: Nach Berichten von Dr. G. Krott wurde die freilebende Milbe, *Anthocoptes loricatus* Nal. am 27. 5. 1955 in Terme bei Samsun festgestellt. Diese Milben verursachen nach ihm die Bräunung der Haselnußblätter.

### *Homoptera*-Arten

*Myzocallis coryli* Goeze (Familie *Aphididae*)

Diese kleinen, weißgelb gefärbten Blattläuse saugen im Frühjahr insbesondere an jungen Haselnußtrieben und auch an der unteren Seite der Blätter. Ihr Schaden ist gering. Nach Essig (1947) befällt *M. coryli* G. *Carpinus*, *Quercus* und *Primula* in Europa. Außerdem *Corylus* in Nordamerika. *M. corlyi* G. tritt in der Türkei an der Haselnuß selten auf. Nach Fahringer (siehe Schimitschek, 1944) wurde *M. coryli* G. auch an *Corylus colurna* bei Beykos in der Bosporus-Landschaft gefunden. Dieser Schädling ist sehr empfindlich gegen *Nikotin*- und *Parathion*-haltige Präparate.

*Corylobium avellanae* Schr.

Diese kleinen, hellgrün oder rosa gefärbten Blattläuse saugen im Frühjahr wie die vorige Art an der Unterseite der Blätter und an jungen Haselnußtrieben. Sie leben in Kolonien. Ungeflügelte Erwachsene sind 1,5 mm lang. Durch ihre Saugtätigkeit werden die Spitzentriebe nicht weiter entwickelt und trocknen ein. In der Türkei ist der Schaden gering.

*Lecanium corni* Bsché. (Familie *Coccidae*)

Diese Schildlaus ist außerordentlich polyphag. Sie hat allein in der paläarktischen Zone etwa 50 Wirtspflanzen. In der Türkei wurde sie bisher an *Robinia pseudoacacia, Corylus avellana, Morus alba, Acer negundo, Pyrus malus, Prunus persica* und *Prunus domestica* gefunden. *L. Corni* Bsché. befällt ab und zu die Haselnuß im Gebiet des Schwarzen Meeres. Der Schaden ist ebenfalls gering. Nach Levendoglu, R. (1956) wurde der parasitische Pilz *Ophiocordyceps clavulata* (Schw.) Petch. (Syn. *Cordyceps lavulata* Schw.) in Haselnußgärten von Fatsa in der Provinz Ordu gefunden. Dieser Pilz befällt *Lecanium corni* Bsché. in manchen Gegenden bis zu 100%, was eine chemische Bekämpfung gegen diese Schildläuse nicht erforderlich machte.

*Eulecanium tiliae* L.

Die erwachsenen Tiere ähneln *Lecanium corni* Bsché. Sie befällt in der Türkei ab und zu die Haselnuß und *Pistacia vera*. Ihr Schaden ist ohne Bedeutung.

*Icerya purchasi* Mask.

Diese in der Türkei an *Citrus* sehr bekannte Schildlaus wurde nur einmal an *Corylus avellana* bei Rize von BODENHEIMER beobachtet.

*Coleoptera*-Arten

*Balaninus nucum* L.

Der Haselnußrüßler hat eine große wirtschaftliche Bedeutung in der Türkei und verursacht weitaus den meisten Schaden an den Haselnußkulturen. Von vielen Autoren liegen wertvolle Beobachtungen über diesen Schädling vor. Die Biologie und neue Bekämpfungsmethoden wurden von I. URAL bei Trapezunt näher untersucht. Seine Arbeiten brachten wertvolle neue Erkenntnisse. Die Larven und Imagines von *B. nucum* L. überwintern im Boden in einer Tiefe von 15–25 cm in kleinen Erdhöhlen von 1,5 cm Durchmesser mit einer Wandstärke von 2–4 cm. Die Verpuppung findet erst im Frühjahr statt und dauert 9 Tage. Die Käfer erscheinen im April–Mai und fliegen bei sonnig warmem Wetter lebhaft umher und suchen die Haselnußsträucher auf. Ihre Lebensdauer beträgt etwa 4,5 Monate. Nach Beobachtung von I. URAL im Feldlaboratorium bei Trapezunt überliegen Teile der Population 1–2 Jahre. Teils verpuppen sich die Larven erst im Frühjahr und die Käfer erscheinen im April–Mai. Ein anderer Teil der Larven verpuppt sich ebenfalls im Frühjahr und entwickelt sich zum Käfer, aber die Käfer überwintern in den Erdhöhlen der Larven. Erst im nächsten Frühjahr erscheinen diese Käfer. Weitere Teile der Population verbleiben 3 Jahre im Boden. So zeigte sich, daß die Entwicklung von *B. nucum* L. 1–3 Jahre dauern kann.

*Abb. 2. Balaninus nucum* L. an Haselnußfrüchten. Nach K. WILHELM

Nach H. Martin (1949) bleiben die Larven von *B. nucum* in Spanien ebenfalls 1–3 Winter im Boden.

*B. nucum* ist in der Türkei im ganzen Haselnußanbaugebiet verbreitet. Jährlich werden im Durchschnitt 10 % der Haselnüsse durch *Balaninus*-Befall vernichtet. Der Schaden ist besonders groß in Haselnußgärten an Nordlagen und an schattigen und kühlen Stellen, ebenfalls auf tiefgründigen und feuchten Böden. Die Höhenlage der Haselnußkulturen spielt eine große Rolle im *Balaninus*-Befall. In der Höhenlage von 150–400 m NN gelegene Haselnußgärten leiden besonders stark unter *Balaninus nucum* L. Solche Lagen werden in der Türkei orta kol genannt.

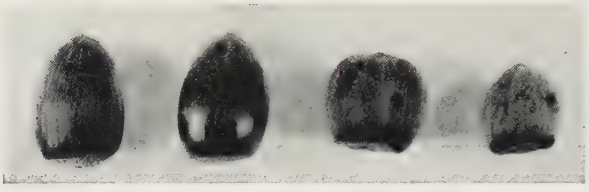


*Abb. 3.* Ausbohrlöcher von *Balaninus nucum*-Larven (Original)

Im Frühjahr macht der *Balaninus*-Käfer einen Reifungsfraß. Zuerst befressen die Käfer die Stiele der weiblichen Blüten und verursachen geringen Schaden. Später ernähren sich die Käfer von Blättern und jungen Trieben. Der Blattfraß ist ein Lochfraß. Die vom Käfer benagten jungen Triebe ent-

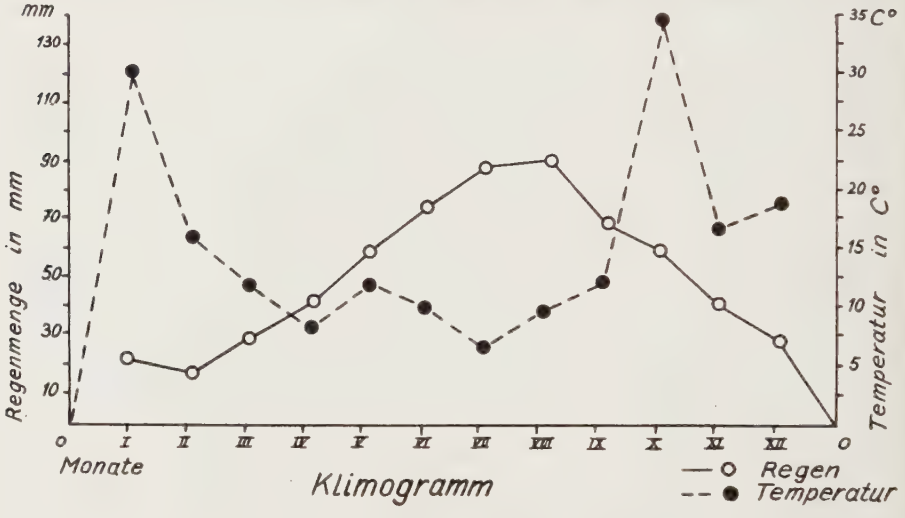



*Abb. 4.* Klimogramm: Temperatur- und Regenmittelwerte von Trapezunt aus den Jahren 1941-1950. Nach I. Ural

wickeln sich nicht weiter, sondern trocknen ein. Der Schaden ist aber besonders groß an jungen Haselnußfrüchten. Sie werden von den Käfern benagt, Bakterien und Pilze bringen die jungen Früchte zum Faulen. Sie bilden keine Kerne. Der durch die Käfer verursachte Schaden an den Früchten ist immer größer als der Larvenfraß an den Kernen. Außer der Haselnuß bohren die Käfer gelegentlich fleischige Früchte wie Birnen, Äpfel, Kirschen, Lorbeerkirsche *(Prunus laurocerasus* L.), Pflaume, japanische Mispel *(Eriobotria japonica* L.) und *Mespilus germanica* L. an, und fressen die inneren Teile der

Früchte. Der Verkaufswert solcher Früchte ist stark gemindert. Die Käfer kopulieren normalerweise in den ersten Juni-Tagen. Die Kopulationsperiode dauert etwa 2 Monate. Eine Woche nach der Kopulation schreiten die ♀♀ Käfer zur Eiablage. Hierzu bohren sie mit dem Rüssel die unreifen, meist noch weichschaligen Früchte an und legen ihre Eier hinein. Meist in jede Nuß nur 1 Ei, selten 2. Im Durchschnitt legt ein ♀ 42 Eier. Die Eiperiode währt 8 Tage. Nach der Eiablage sterben die Käfer im Juli ab. Aus dem Ei entwickelt sich eine fußlose Larve, die den Kern zerstört. Das zur Eiablage gebohrte Loch vernarbt fast vollständig und ist von außen kaum zu erkennen. Die Larve frißt den Kern völlig oder teilweise auf. Trotzdem entwickeln sich die Nüsse zu normaler Größe, fallen aber vorzeitig ab. Die erwachsenen Larven bohren kreisrunde Löcher in die Nußschale, durch die sie die Nuß verlassen, und gehen zur Überwinterung gegen Ende Juli in den Boden. Das Ausbohrloch hat einen Durchmesser von 2 mm. Bei Trapezunt beträgt die Entwicklunsgzeit der Larven in der Nuß etwa 29 Tage. Nach Martin (1949) genügen 25 Tage für die Larvenentwicklung in Spanien. Als Nahrung bevorzugt *B. nucum* frühreifende Haselnußsorten und für die Eiablage spätreifende Sorten. Für die Epidemiologie ist das Klima von besonderer Bedeutung. Temperatur und Luftfeuchtigkeit regulieren die *B. nucum*-Population. Günstigste Lebensbedingungen finden sie bei Temperaturen von 18–27° C und einer relativen Leuftfeuchtigkeit von 60–85 %. Bei Temperaturen unter 15° C sind die Käfer zur Nahrungsaufnahme nicht fähig. Die Käfer bevorzugen stärkeres Sonnenlicht, vermeiden aber die Mittagssonne. Die zehnjährigen (1941 bis 1950) Regenmittelwerte von Trapezunt sind 818 mm und das zehnjährige Temperaturmittel 14,4° C. Im Herbst beträgt die Regenmenge 303 mm, im Winter 240 mm, im Sommer 159 mm und im Frühjahr 154 mm. Frosttage sind bei Trapezunt sehr selten. Das Maximum der Niederschläge fällt in den Monaten Januar und September, der Monat Juli hat die geringsten Niederschläge (s. Klimogramm).

### Bekämpfung

Früher wurde der Haselnußrüßler überhaupt nicht bekämpft. Viele Autoren empfahlen des großen Schadens wegen eine mechanische Bekämpfung, wie Einsammeln und Verbrennen der Käfer und frühzeitig abgefallener Haselnüsse. Auch das Umgraben der Haselnußkulturen wurde empfohlen. Die Methode, Käfer vor der Eiablage auf ausgebreitete Tücher abzuklopfen, wurde einige Jahre in manchen Gegenden durchgeführt, und die örtlichen Dienststellen zahlten Fangprämien für die abgesammelten Käfer. Der Erfolg dieser Maßnahmen war nicht ausreichend und unbefriedigend. Außerdem ließ sich diese Methode nicht überall durchführen. Es war daher dringend notwendig, ein Insektizid zu finden, welches sich zur Bekämpfung des Haselnußrüßlers eignete. In manchen Gegenden vernichtete der Käfer rund 50 % der Haselnußernte. I. Ural und Mitarb. haben in Trapezunt viele moderne Insektizide in Laboratoriumsversuchen und im Freiland gegen *B. nucum* L. untersucht. Einige Präparate bewährten sich gegen die Käfer gut. Im Jahre 1953 wurde die chem. Bekämpfung gegen die Haselnußrüßler in der Türkei mit großem Erfolg durchgeführt. Zuerst wurden diese Bekämpfungen einige Jahre staatlich organisiert und so auf mehreren 1000 ha Haselnußkulturen chemische Bekämpfung durchgeführt. Heute führen die Haselnußanbauer die chem. Bekämpfung in eigener Regie durch. 1953 wurden in den Provinzen Trapezunt, Giresun und Ordu 263 ha, 1954 in den Provinzen Samsun, Ordu, Trapezunt und Rize 4000 ha, 1955 in den Provinzen Sakarya (Adapazari), Samsun, Ordu, Giresun, Trapezunt und Rize 7600 ha, 1956 in den Provinzen Bolu, Sakarya, Kocaeli (Izmit), Samsun, Ordu, Giresun, Trapezunt, Rize und Artvin 18 300 ha Haselnußflächen bestäubt. Die für diese chemische Bekämpfung angewandten Präparate und ihre Wirkstoffe sind folgende: Siehe Tabelle S. 194.

Von jedem Präparat wurden pro ha 30–40 kg angewendet. Die Präparate haben Kontaktwirkung. Die Bestäubung wurde im Monat Mai durchgeführt, in dieser Zeit sind die

| Name des Präparates | Wirkstoff | Hersteller oder Lieferfirma |
|---|---|---|
| H. Z. 32 | BHC (Gamma) 2 %<br>DDT 8 % | Kimyagerler laboratuvari<br>H. Yetkin, Istanbul |
| 132 A. | BHC (Gamma) 0,8 %<br>DDT 13 % | wie oben |
| Balanicide 31 135 | BHC (Gamma) 3 %<br>DDT 11 %<br>Schwefel 35 % | Koruma, Istanbul |
| Balanicide 25 000 | Heptachlor 2,5 % | wie oben |
| Agrocide cotton Dust | BHC (Gamma) 3 %<br>DDT 10 %<br>Schwefel 40 % | Imperi. chemich. Indust.<br>Istanbul |
| Niagara Cotton Dust | BHC (Gamma) 3 %<br>DDT 10 %<br>Schwefel 40 % | Ataçeri, Ankara |

Käfer erschienen und die Nüsse haben Linsengröße, die Kelchblätter sind ausgebildet. Der richtige Zeitpunkt für die Bestäubung ist bei normaler Witterung der 10.–15. Mai. Eine einmalige Bestäubung genügt, um alle Käfer zu vernichten. Die Bestäubung sollte in 7 bis 10 Tagen beendet sein und in der Zeit von 4–6 und 15–19 Uhr erfolgen. Für die Großbekämpfung benutzte Geräte sind:

BSE. Pomonax Motorstäuber, BSE. Pomonax Junior Motorstäuber, BSE. Pomonax-Matador tragbare Motorstäuber, Filius Schulterstäuber.

*Balaninus glandium* Mar.

Der Eichenrüßler befällt in der Türkei nach Schimitschek (1944) die Früchte von *Quercus conferta, Q. sessiliflora, Q. cerris* und *Corylus avellana.* Nach diesem Autor ist *B. glandium* von wirtschaftlicher Bedeutung für die Haselnuß im Gebiet des Schwarzen Meeres. Ich selbst habe bis jetzt diesen Schädling an der Haselnuß noch nicht beobachten können.

*Abb. 5.* Tragbarer B.S.E. Pomonax-Motorstäuber. Photo I. Ural

*Coeliodes ruber* Mor.

Der Käfer frißt Haselnußblätter, junge Knospen und junge Nüsse. Seine Biologie ist unbekannt. Die Larven überwintern in *Eriophyes avellanae*-Gallen. Der Schaden ist gering.

*Anoplus plantaris* Naez.

Für die Türkei ist die Art neu. Zum ersten Mal wurde sie in Giresun und Trapezunt 1952 gefunden. Der Käfer befrißt im Frühjahr die Stiele der weiblichen Haselnußblüten, junge Triebe und Blätter. Die Blätter werden dabei durchlöchert. Der Käfer ist 2–2,8 mm lang. Seine Farbe schwarz, der Rüssel dick und kurz. Die Biologie ist unbekannt. Im Laboratoriumsversuch sind gegen diesen Käfer *Parathion-* und *DDT*-haltige Mittel sehr wirksam.

*Obera linearis* L.

Der Haselbock erscheint im Mai/Juni. Das ♀ legt seine Eier unter die Rinde junger Haselnußtriebe. Die Larve frißt im Mark. Die Folge des Schadfraßes ist ein Welken der Blätter und Abbrechen der Triebe. Es empfiehlt sich, die welkenden Triebe rechtzeitig abzuschneiden und zu verbrennen, ehe der Käfer ausschlüpft.

*Abb. 6.* Larvenfraß von *Obera linearis* L. (Original)

*Agelastica alni* L.

Der blaue Erlenblattkäfer ist sehr häufig auf Erlenbäumen im östlichen Schwarzmeergebiet zu finden. Käfer und Larven befressen die Erlenblätter. Nach Kahlfraß an Erlen gehen sie an Haselnußblätter über. Die tiefschwarzen Larven leben zunächst gesellig, dann solitär. Dieser Schädling wird in der Türkei noch nicht bekämpft.

*Labidostomis propinqua* Fald.

Dieser Chrysomelide ist polyphag. In der Türkei befrißt der Käfer in manchen Jahren Weinreben, Äpfel, Birnen, Kirschen und Haselnußblätter. Selten befällt er die Haselnuß und verursacht geringfügigen Schaden.

*Galerucella lineola* F.

Diese Art wurde erstmalig 1952 in der Türkei bei Trapezunt auf Erlen und Haselnuß beobachtet. Der Käfer ist gelbbraun oder rotgelb gefärbt, 5–7 mm lang. Wie *A. alni* L. ist er ein Erlenschädling und geht bei Mangel an Futterpflanzen auf Haselnuß über. Käfer und Larven verursachen dann an Haselnußblättern Fraßschäden, die sich meist auf die unteren Triebblätter beschränken. Nach den Versuchen von I. Ural eignet sich zur Bekämpfung der Käfer *DDT, E 605 Folidol, Nexit*-Staub und *Ekatox;* gegen Larven ist Bleiarsenat und *E 605 Folidol* sehr wirksam.

*Haltica bicarinata* Wse.

Auch diese Art wurde 1949 erstmalig bei Giresun und Trapezunt für die Türkei nachgewiesen. Der Käfer ist 4–5 mm lang und blau gefärbt. An nordseitigen Haselnußkulturen gelangt er sehr häufig zur Beobachtung. Käfer und Larven befressen im Frühjahr die Haselnußblätter, die dann kleine Löcher zeigen. Bevorzugt werden kleinere Haselnußsträucher. Gelegentlich geht der Käfer auf Erlenblätter über. Der Schaden ist gering. Gegen moderne Insektizide wie *DDT* und *Parathion* sind die Käfer sehr empfindlich. Zur Bekämpfung eignet sich besonders der Monat April, da die Käfer dann noch nicht zur Eiablage geschritten sind. Gegen die Larven sind Bleiarsenat und *E 605 Folidol* äußerst wirksam.

*Haltica quercetorum* Faud.

In Farbe und Form ähnelt der Käfer der vorherigen Art. R. Hovasse (1931) hat ihn auf Haselnuß bei Giresun gefunden. Ich selbst habe den Käfer bis heute noch nicht an Haselnuß gefunden. Nach G. Della Beffa (1949) fressen die Käfer und Larven in Italien an Haselnuß, *Quercus, Betula* und *Salix.*

*Melolontha melolontha* L.

Der Maikäfer tritt fast überall im Gebiet des Schwarzen Meeres auf. Der Käfer frißt die gelben Rhododendronblüten und die Blätter der Haselnuß, Kirsche, Erle, Pflaume u. *Quercus aegilops.* Der Schaden an den Blättern ist geringfügig. Die Engerlinge befressen die Haselnußwurzeln insbesondere auf sandigen, humushaltigen, tiefen Böden. In manchen Gegenden treten sie sehr schädlich auf und bringen die Haselnußsträucher zum Absterben. Die Entwicklung des Maikäfers dauert 3 Jahre. Jedes 3. Jahr ist ein Flugjahr.

Nach I. Ural eignen sich zur Bekämpfung der jungen Engerlingsstadien besonders *HCH*- und *Lindan*-haltige Streumittel. Bei *Lindan* genügen pro Dekar 200 g Wirkstoff, bei *HCH*-Streumitteln ist eine Aufwandmenge von 800 g Wirkstoff/Dekar erforderlich. *HCH*-haltige Streumittel schädigen aber die zarten Pflanzen, wie dies von Erdbeerkulturen her bekannt ist. Die Käfer sind sehr empfindlich gegen viele moderne Insektizide. Sie können leicht an Rhododendronblüten, die sie zahlreich besuchen, bekämpft werden. Es empfiehlt sich, diese Blüten mit *Cotton Dust* zu bestäuben, wie es auch gegen *B. nucum* L. angewendet wird. Im Sommer sind die Engerlinge bei Bodenbearbeitungen abzusammeln und zu vernichten.

*Melolontha albida* Fr.

Diese Art tritt nur vereinzelt in Haselnußkulturen auf.

*Polyphylla fullo* L.

An *M. melolontha* L. gemessen tritt diese Art sehr wenig in Erscheinung. Örtlich, so im Schwarzmeergebiet, kann der Engerling von *P. fullo* L. großen Schaden an Haselkulturen auf sandigen Böden anrichten. Bedeutendere Schäden sind bekannt aus den Provinzen Ordu, Giresun und Trapezunt. In Biologie und Schadbild ähnelt *P. fullo* L. dem Maikäfer. Die Bekämpfung ist die gleiche wie die des Maikäfers.

*Anisandrus dispar* Fabr.

Dieser Borkenkäfer tritt als wirtschaftlich wichtiger Schädling in den Haselnußkulturen des Schwarzmeergebietes in Erscheinung. Er befällt meist

physiologisch geschwächte, gelegentlich aber auch gesunde Haselnußzweige und -stämme. Oberhalb der Befallsstellen sterben die Zweige und Stämme ab, nicht selten werden sie auch an den Befallsstellen vom Winde und Schnee abgeknickt. Er wird aus diesem Grunde auch in der Türkei „Dalkiran" (Zweigbrecher) genannt. Die ♀♀ überwintern in den Gängen und die Larven ernähren sich von *Ambrosia*-Pilzen, die die Wände der Gänge auskleiden. *A. dispar* F. ist polyphag. Neben Haselnußsträuchern befällt er junge Apfelbäume, Edelkastanien und Weißbuchen.

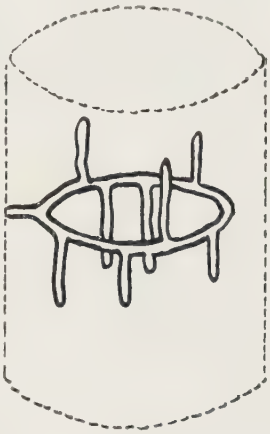


*Abb. 7.* Fraßgänge von *Anisandrus dispar* Fabr. Nach L. Bonnemaison

**Bekämpfung**

Ausschneiden und Verbrennen der befallenen Zweige. Es ist wichtig, daß das gesamte kränkelnde Material aus den Haselnußkulturen entfernt wird. Auf kleineren Haselkulturen ist eine Bekämpfung mittels Petroleum, das in die Bohrlöcher der Käfer eingebracht wird, möglich. Die Bohrlöcher sind nach erfolgter Applikation mit Wachs zu verschließen. Landwirtschaftstechniker A. Riza Ertem hat bei Giresun mit dieser Methode gute Erfolge erzielt. Als beste Vorbeugung gegen *A. dispar*-Befall erweist sich eine gesunde und gute Kulturpflege der Haselnuß in Verbindung mit einer energischen Bekämpfung von *Eriophyes evellanae* Nal., *Melolontha melolontha* L. und anderer Schädlinge (s. Schimitschek, 1944, S. 180). Die chemische Bekämpfung gegen *A. dispar* F. ist in der Türkei noch nicht in Angriff genommen worden. L. Bonnemaison (1953) empfiehlt DDT- oder HCH-Mineralöllösungen, desgleichen Parathion. Die erste Spritzung sollte im Frühjahr nach Erscheinen der Käfer, die zweite 2 Wochen später erfolgen.

*Dryocoetes coryli* Perris.

Diese Borkenkäferart tritt als Sekundärschädling und meist selten in der Türkei auf. Der Brutfraß von *D. coryli* Perris erfolgt zwischen Borke und Holz der Haselnußstämme und -zweige. Dem kurzen Muttergang stehen lange Larvengänge gegenüber. Der Käfer befällt kränkelnde ältere und schwächere Haselnußsträucher.

## *Lepidoptera*-Arten

*Lymantria dispar* L.

Bekanntlich ist der Schwammspinner sehr polyphag. Neben der Haselnuß befällt er in der Türkei Edelkastanien, Quitten, Erlen, Eichen, Weinreben, Linden, Buchen, Weißbuchen, Pappeln, Macchie, *Arbutus unedo, Arbutus andrachne, Pirus*arten, *Prunus*arten, *Rhododendron ponticum, Azalea flava,* Weiden, Ulmen und *Mespilus germanica.*

*L. dispar* L. ist in der Türkei weit verbreitet. Er befällt in der Provinz Bursa und Sakarya die Waldbäume und Macchie und geht in manchen Jahren auf die Obstbäume über. In den Jahren 1938–1940 trat er epidemisch im Gebiet des Schwarzen Meeres von Samsun bis Hopa (russ. Grenze) auf. Hier wurden stellenweise Hunderte Hektar Haselnußkulturen kahlgefressen.

**Bekämpfung**

In früheren Jahren wurden im Winter die Eipakete von *L. dispar* L. abgesammelt und verbrannt oder mit 7%igen Teerölen bespritzt. Gegen die Jungraupen verwendete man im

Frühjahr 1%iges Bleiarsenat. In neuerer Zeit haben sich DDT-Präparate gegen die Jugendstadien gut bewährt.

*Zeuzera pyrina* L.

Die polyphage Art befällt in der Türkei Haselnuß, Olive, Quitte, Feige, Apfel, Birne, Kirsche, *Platanus*, Esche, Ulme, Ahorn, Edel- u. Roßkastanie, *Tamarix* und *Gleditschia*. Die Raupen fressen in Zweigen und Stämmen. An Haselnußsträuchern tritt das Blausieb selten auf.

**Bekämpfung**

Es empfiehlt sich, die von Raupen befallenen Zweige abzuschneiden und zu verbrennen.

*Ornix avellanella* Sta.

Die Raupen von *O. avellanella* Sta. benagen zuerst die Haselnußblätter zwischen den Haupt- und Nebennerven. Später wickeln die Mottenraupen die Blattränder ein. Diese Art tritt selten auf. Der Schaden ist unbedeutend

*Cacoecia podana* Scop. und *Cacoecia rosana* L.

Diese Wicklerarten sind in der Türkei sehr polyphag. Die Raupen dieser Schädlinge spinnen und rollen gelegentlich Haselnußblätter ein. Ihr Schaden ist gering.

*Gypsonoma dealbana* Fröl.

Diese Wicklerart wurde erstmalig 1939 in der Provinz Giresum beobachtet und im British Museum (Natural History) in London determiniert. Nach B. Alkan (1948) überwintern die Raupen von *G. dealbana* Fr. in den Gallen von *Eriophyes avellanae* Nal. Im Frühjahr, während der Monate März/April, verlassen die Raupen die Gallen und befallen zuerst die jungen Blattknospen, später die jungen Triebe der Haselnußsträucher. Sie fressen deren innere Teile. Die so geschädigten Knospen und Triebe sind vernichtet. Im Mai gehen die Raupen auf die Blätter über, diese wickeln sie ein und verpuppen sich darin. Die Falter erscheinen im Juni. Nach der Begattung legen die ♀♀ ihre Eier an der Unterseite der Blätter, in die Ecken zwischen Haupt- und Nebennerven ab. Hier bilden sich rotbraun gefärbte, eckige Flecken. Nach kurzer Zeit schlüpfen die jungen Raupen und entwickeln sich sehr langsam. Im Spätsommer wandern sie dann in die neugebildeten *Eriophyes*-Gallen ab und überwintern dort. Die Generation ist einjährig. Stellenweise wurde in der Provinz Giresum 1942 und 1943 beträchtlicher Schaden angerichtet. Diese Art kommt auch in der Provinz Trapezunt vor.

**Bekämpfung**

Es empfiehlt sich, im Winter die *Eriophyes*-Gallen abzusammeln und zu verbrennen. Eine Spritzung mit 1,5%igem Bleiarsen oder 0,3%igen DDT-50 im Frühjahr hat sich gut bewährt. Als Spritztermin eignet sich die Abwanderungszeit der Raupen aus den *Eriophyes*-Gallen in die jungen Knospen und Triebe. Diese Zeit liegt, wie oben erwähnt, in den Monaten März–April.

## Die Speicherschädlinge der Haselnuß

In den größeren Haselnußexportstädten wie Trapezunt, Giresun und Ordu werden geschälte Haselnüsse in größeren Mengen lose oder in Säcken gelagert. Auf den Haselnuß-

Speichern wurden in den letzten 5 Jahren einige *Pyraliden* und *Coleopteren* als Schädlinge festgestellt, die bei längerer Lagerung größere Schäden verursachen. Dies trifft auch für kurzfristige Lagerung zu, wenn die Speicher mit diesen Schädlingen schon vorher verseucht waren. Meist sind die Speicher aus Beton oder Holz gebaut. Die *Pyraliden*-Raupen fressen die inneren Teile der geschälten Haselnüsse, die sie dabei durch ihre Spinntätigkeit stark beschmutzen. Derartig geschädigte Haselnüsse sind für den Export wertlos. Die bisher festgestellten und determinierten *Pyraliden*-Arten in Haselnußspeichern sind folgende: *Plodia interpuctella* Hb. – sehr häufig; *Ephestia Kühniella* Zell – sehr häufig; *Ephestia elutella* Hb. – sehr häufig; *Ephestia cautella* Hb. – selten; *Aphomia (Paralispa) gularis* Zell – sehr selten. Die letztere Art wurde zum ersten Mal am 23. 11. 1954 in einer Haselnußprobe aus Giresun an unserem Institut gefunden. Später fand man sie auch in nach England exportierten Haselnüssen. Sie wurde von K. G. Smith (1956) festgestellt und determiniert.

## *Vorbeugung und Bekämpfung*

Als Vorbeugungsmaßnahme empfiehlt es sich, die leeren Speicher von alten Resten zu reinigen, die Wände zu kalken, alle Ritzen und Fugen zu verstopfen. Vor einer neuen Lagerung sind die leeren Speicher mit geeigneten chemischen Mitteln zu behandeln. Die geschälten Haselnüsse müssen mehrmals ventiliert werden. Dabei wird ein Teil der befallenen Nüsse aussortiert. Vorteilhafter wäre es, die geschälten Haselnüsse in fahrbaren Kammern oder gasdichten Zelten zu begasen. Eine derartige chemische Bekämpfung wurde in den letzten Jahren vom Institut für Pflanzenschutz in Samsun dem Landwirtschaftsministerium vorgeschlagen.

Die bis heute festgestellten und determinierten *Coleopteren* als Speicherschädlinge sind folgende: *Rhizopertha dominica* F., *(Bostrychidae), Oryzaephilus surinamensis* L. *(Cucujidae), Tribolium confusum* Duy. *(Tenebrionidae), Tribolium castaneum* Herbts. *(Tenebrionidae).*

Alle vorgenannten Arten sind sehr polyphag. Sowohl die Imagines als auch die Larven befallen Getreidekörner, Mehl, Getreide- und Mehlprodukte, trockene Früchte. Sie beschädigen gelegentlich die geschälten Haselnüsse in den Speichern. Da der Schaden vorerst noch gering ist, wurde eine Bekämpfung noch nicht durchgeführt.

### *Aves*-Arten als Haselnußschädlinge

Verschiedene Vogelarten werden kurz vor der Ernte, mehr noch auf den Drusch- und Trocknungsplätzen an der Haselnuß schädlich. Bisher wurden als schädliche Arten 2 Rabenvögel bekannt:

*Garrulus glandarius* L.

Der Eichelhäher kommt in der Türkei selten vor. Außer Haselnüssen frißt er Walnüsse und andere Früchte. Als tierische Nahrung nehmen sie Insekten, Würmer und kleinere Wirbeltiere, wie Mäuse, Jungvögel und Schlangen. Der Eichelhäher wird nicht bekämpft.

*Corvus cornix* L.

Die Nebelkrähe ist ein Allesfresser. Neben tierischer Nahrung nimmt sie Maiskörner, Walnüsse und Haselnüsse auf. Ihres geringen Schadens wegen wird sie ebenfalls nicht bekämpft.

### *Mammalia*-Arten als Haselnußschädlinge

Einige Säugetiere fressen manchmal Haselnußblätter, geschälte und ungeschälte Haselnüsse. Mäuse, insbesondere Ratten, richten in Häusern und

Speichern stellenweise enormen Schaden an. Schäden werden gelegentlich auch durch Haustiere, wie Rinder, Schafe, Ziegen und Hunde verursacht.

*Sus scrofa* L.

Wildschweine sind große Kulturschädlinge. Gelegentlich richten sie größere Schäden durch ihre Wühltätigkeit an Haselnußkulturen an. Die Wildschweine werden im Winter bejagt, ihre Felle und das Fleisch bleiben ungenutzt.

*Canis aureus* L.

Der Schakal frißt im Gebiet des Schwarzen Meeres neben Maiskolben und Weintrauben gelegentlich Haselnüsse.

*Lepus spec.*

Die Feldhasen-Arten sind in der Türkei noch nicht determiniert. Von den *Leporiden* werden im Winter die Haselnußsträucher, neben anderen Jungpflanzen, geschält. Gelegentlich fressen sie auch Knospen. Gegenmaßnahmen sind des geringen Schadens wegen nicht erforderlich.

*Sciurus vulgaris* L. und *S. persicus* Er.

Das Eichhörnchen nimmt neben anderem ebenfalls Haselnüsse als Nahrung auf. Ein weiterer Schaden ist das Schälen der Baumrinde. Gegenmaßnahmen sind nicht erforderlich.

*Mäuse und Ratten*

*Mus musculus* L.

Die Hausmaus ist in der ganzen Türkei verbreitet und kommt neben *Mus musculus musculus* L. und *Mus musculus hortulanus* Nord. (*Mus musculus gentilis* Br.) vor. Die letztere ist etwas kleiner als *Mus musculus musculus* L. und ist nach G. Neuhäuser (1936) im Inneren von Anatolien, Syrien, im Taurus, Westanatolien, am Schwarzen Meer und im östlichen Schwarzmeergebiet verbreitet. Sie treten gelegentlich als Garten- und Speicherschädlinge an Haselnuß in Erscheinung.

*Rattus norvegicus* Er.

Wanderratten kommen in den Küstenstädten und dem angrenzenden Hinterland vor. Sie sind Allesfresser und als Überträger vieler Krankheiten bekannt. Die Wanderratte ist ein Großschädling an Nahrungsmitteln, darunter auch an Haselnüssen.

**Bekämpfung**

Es gibt verschiedene Bekämpfungsmethoden gegen Hausmäuse und Wanderratten. Die wichtigsten sind der Fallenfang und die Anwendung von Giftködern. Auch wurden Bekämpfungen mit Giftgas und neueren Ködermitteln durchgeführt. Obwohl die Bekämpfung der Mäuse und Ratten obligatorisch ist, konnte das Problem bisher in der Türkei noch nicht befriedigend gelöst werden. Hierzu sind weitere Versuche und eine verbesserte Bekämpfungsaktion erforderlich.

## Zusammenfassung

Das Heimatland für den türkischen Haselnußanbau und -handel ist die Provinz Giresun am Schwarzen Meer. Die Anbaufläche der Haselnuß beträgt allein im Gebiet des Schwarzen Meeres 171 000 Hektar. Als Exportartikel ist sie eine wichtige Devisenquelle für die Türkei.

Die wichtigsten Schädlinge sind *Eriophyes avellanae* Nal., *Balaninus nucum* L., *Xyleborus dispar* Fabr., *Melolontha melolontha* L., *Polyphylla fullo* L.

Die Haselnußgallmilbe *E. avellanae* Nal. verursacht in manchen Gegenden erhebliche Schäden durch die Zerstörung der ♂♂ und ♀♀ Blüten und Blattknospen. Für die Bekämpfung wichtige Vorbeugungsmaßnahmen werden erwähnt. Eine chemische Bekämpfung, das Stäuben mit 4 kg/Dekar Schwefel im Frühjahr während der Wanderzeit der Milbe hat sich gut bewährt. *Cecidiophyes vermiformis* Nal. lebt als Einmieter in *E. avellanae*-Gallen. Die freilebende Milbe *Anthocoptes loricatus* Nal. verursacht die Bräunung der Haselblätter. Die Blattläuse *Myzocallis coryli* Goeze und *Corylobium avellanae* Schr. treten selten auf. Ihr Schaden ist gering. Diese Schädlinge sind sehr empfindlich gegen Nikotin- und Parathion-haltige Mittel.

Die Schildläuse *Lecanium corni* Bsché., *L. tilae* L. und *Icerya purchasi* Mask. befallen ab und zu die Haselnußzweige und -stämme. Die beiden letzteren Arten sind sehr selten an der Haselnuß. In manchen Jahren befällt der Pilzparasit *Ophiocordyceps clavulata* Petch. die Schildlaus *L. corni* und vernichtet sie völlig.

*Balaninus nucum* L. ist der wirtschaftlich wichtigste Schädling an der Haselnuß. Seit 1953 werden in der Türkei gegen ihn chemische Bekämpfungen mit großem Erfolg durchgeführt. DDT, BHC, Lindane und Heptochlor-haltige Präparate haben sich gut bewährt. Von geringerer Bedeutung sind die anderen *Curculioniden*. Die Larven von *Obera linearisi* L. verursachen Schäden an jungen Trieben. Ein rechtzeitiges Entfernen von Befallsobjekten ist empfehlenswert. Gegen die verschiedenen *Chrysomeliden* sind Gegenmaßnahmen mit modernen Kontaktgiften wie DDT und Parathion angebracht. Die Engerlinge der *Scarabaeiden*, die stellenweise große Schäden verursachen, sind mit BHC und Lindan-haltigen Streumitteln leicht zu bekämpfen. Eine chemische Bekämpfung gegen die schädlichen *Scolytiden*-Arten ist noch nicht in Angriff genommen. Es empfiehlt sich, befallene Zweige und Stämme auszuschneiden und zu verbrennen.

Gegen Jungraupen von *L. dispar* L. haben sich DDT-Präparate gut bewährt. *Zeuzera pyrina* L. tritt an Haselnußsträuchern selten auf. Der Schaden von *O. avellanella* Sta., *C. podana* Scop. und *C. rosana* L. ist gering. Hingegen tritt *G. dealbana* Frön. sehr schädlich auf. Als Bekämpfung empfiehlt sich eine Spritzung von 1,5%igem Bleiarsenat oder 0,3%igem DDT-50 im Frühjahr. Die Speicherschädlinge unter den Schmetterlingen werden beschrieben. Sie verursachen bei längerer Lagerung Großschäden. Gegenmaßnahmen sind angezeigt. Das gleiche trifft auch für *Coleopteren*-Arten als Speicherschädlinge zu.

Gelegentlich treten Vögel, hier *G. glandarius* L. und *C. cornix* L., als Schädlinge auf. Unter den Säugern können *S. scrofa* L., *C. aureus* L., *Lepus spec.* und *S. vulgaris* L. in geringem Umfange schädlich werden.

Ratten und Mäuse sind gefährliche Speicherschädlinge. Als Gegenmaß-

nahmen wird das Aufstellen von Fallen und Ausbringen von Giftködern empfohlen.

## Summary

This work deals with the Turkish hazelnut growing area and its animal pests. The most important are *Eriophyes avellanae, Balaninus nucum, Xyleborus dispar, Melolontha melolontha* and *Polyphylla fullo.*

The hazelnut gall mite, *E. avellanae*, causes considerable damage in many places by destroying the male and female flowers. Biological and chemical control methods are described.

*Balaninus nucum*, economically the most important hazelnut pest, has, in recent years, been very successfully controlled with DDT, BHC, Lindane and Heptachlor preparations. The larvae of *M. melolontha* and *P. fullo* are also easy to control with dusts containing BHC and Lindane, but the chemical control of injurious Scolytids is not yet possible. Here, the burning of fallen branches and trunks is recommended.

Among the injurious Lepidoptera, *L. dispar* is particularly important. The young stages of this can be easily controlled with DDT preparations.

The Lepidopterous and Coleopterous store pests are described and control measures discussed. Among the vertebrates, rats and mice are dangerous pests and the use of traps and poison baits is recommended for these.

## Literatur

1. Alkan, B. 1948: Fındık ağaçlarının zararlıları ve korunma çareleri, Türk Yüksek Ziraat Mühendisleri Birliği Sayı 55, Ankara.
2. Birinci Fındık Kongresi kararları, Giresun 1955: Ziraat Vekâleti T.E.S. Nr. 64 Ankara: 1956.
3. Blunck, H. und Sorauer, P. 1949, 1953, 1954: Handbuch der Pflanzenkrankheiten, 4. Band, 1. und 2. Lieferung; 5. Band, 2. Lieferung. Berlin, Hamburg.
4. Bonnemaison, L. 1953: Les Parasites Animaux des Plantes Cultivées et des Foréts. Paris.
5. Bulutay, K. und Magden, R. Z. 1928: Ziraat Vekâleti mütehassıs raporları, Fındıkcılık, ziraat kısmı. Istanbul.
6. Della Beffa, G. 1949: Gli Insetti Dannosi All'Agricoltura E 1 Moderni Metodi E Mezzi Di Lotta. Milano.
7. Dikmen, H. und Magden, R. Z. 1944: Hususî Meyvecilik. Istanbul.
8. Escherich, K. 1931: Forstinsekten Mitteleuropas: Dritter Band. Berlin.
9. Essig, E. O. 1947: College Entomologie, Newyork.
10. Hovasse, R. 1931: La Faune Des Noisettiers Dans La Région de Giresonde. Istanbul Üniversitesi Fen Fakültesi mecmuası, Sene 7, Sayı: 3–4. Istanbul.
11. Levendoglu, R. 1956: Doğu Karadeniz Bölgesinde Entomofit Mantarlar. Tomurcuk aylık Nebat Hastalıkları Dergisi, Şubat 1956 sayı 50 sayfı 15 Istanbul.
12. Martin, H. 1949: Contribution A L'étude du Balanin des Noisettes (*Balaninus nucum* L.). Revue de Pathologie Végétale et D'Entomologie Agricole De France. T. XXVIII-Nu. 1 – Yanu, Paris.
13. Neuhäuser, G. 1956: Die Muriden von Kleinasien, Leipzig.
14. Özkurt, S, A, 1950: Fındık; Türkiye Cumhuriyeti Ziraat Vekâleti Neşriyat Müdürlüğü Sayı, 676. Istanbul.
15. Schimitschek, E. 1944: Forstinsekten der Türkei und ihre Umwelt. Amsterdam–Berlin–Wien.
16. Silvestri, F. 1939, 1943: Compendio di Entomologia Applicata. Part speciale vol. i, Parte 2; Vol. 2. Portici.
17. Smith, K. G. 1956: The occurrence and Distribution of Aphomia gularis Zell. Bulletin of Entomological Research. Vol. 47. Part 4 December 1956. London.
18. Türkiye Cumhuriyeti Baş Vekâlet Istatistik Genel Müdürlüğü Muhtelif yayınları: 1951–1956 Ankara.

*Biologische Zentralanstalt der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin Institut für Phytopathologie Naumburg/Saale*

# Beitrag zur Kenntnis einiger in Mitteldeutschland aufgetretener Parasiten des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.)

Von Erhard Zech

Über die Parasiten des Apfelwicklers existiert eine sehr umfangreiche Literatur. Die meisten Angaben stammen jedoch aus südlich gelegenen Ländern und nur wenige aus Deutschland. Beim Studium dieser Arbeiten fällt auf, daß in den einzelnen Gebieten nur ganz bestimmte Parasitenarten auftreten. Auf Grund dieser Erkenntnis schien es lohnend, auch in Mitteldeutschland hierüber Untersuchungen durchzuführen, von denen im folgenden berichtet wird.

Seit dem Jahre 1953 werden in Naumburg Untersuchungen über die Biologie des Apfelwicklers durchgeführt. Bei diesen Versuchen, für die umfangreiches Raupenmaterial eingesammelt werden mußte, bot sich zugleich die Gelegenheit, auch Art und Stärke des Auftretens der Parasiten von *Carpocapsa pomonella* festzustellen. In unseren Zuchten schlüpften in den Jahren 1953, 1954 und 1955 regelmäßig folgende Parasiten[1].

| | |
|---|---|
| *Ichneumonidae:* | *Trichomma enecator* Rossi |
| | *Pristomerus vulnerator* Panz. |
| *Braconidae:* | *Ascogaster quadridentatus* Wesm. |
| *Chalcididae:* | *Perilampus tristis* Mayr |
| *Tachinidae:* | *Arrhinomyia tragica* Mg. |

## Material und Methode

Für die Gewinnung der Parasiten wurden im Untersuchungsgebiet etwa 100 Apfel- und 30 Birnbäume mit Insektenfanggürteln versehen, um eine möglichst große Zahl von Wirtslarven einsammeln zu können. Es wurden hierzu vorwiegend Bäume mit reichem Fruchtbehang und glattem Stamm beringt, da bei diesen die größten Larvenfänge zu erwarten sind.

Um feststellen zu können, zu welchem Zeitpunkt die parasitierten Apfelwicklerraupen in die Fanggürtel einwandern, wurden diese wöchentlich kontrolliert und die *Carpocapsa*-Raupen entnommen. Bei 30 Apfel- und sämtlichen Birnbäumen konnten die Raupen aus Zeitmangel nicht periodisch, sondern nur einmal, und zwar zur Erntezeit der betreffenden Fruchtarten eingesammelt werden.

[1] An dieser Stelle sei mir gestattet, Herrn Prof. Dr. W. Hennig, vom Deutschen Entomologischen Institut Berlin, für die Determination der Tachine und Herrn Dr. G. Steinbach, vom gleichen Institut, für die Bestimmung der weiteren 4 Parasiten zu danken.

Die eingetragenen *Carpocapsa*-Raupen wurden einzeln in die mit Wellpappe ausgelegten Zuchtgefäße (1 l Einmachgläser) überführt, um hierdurch die Zuchtreinheit zu garantieren. Die Überwinterung dieser Tiere erfolgte unter Freilandverhältnissen.

Zur Ermittlung des Verpuppungszeitpunktes der Parasiten wurde ein kleiner Teil des Zuchtmaterials von Anfang März ab bei einer Raumtemperatur von 14–18° C gehalten und in bestimmten Zeitabständen kontrolliert. Diese Zuchten werden später als „Frühschlupfmaterial" bezeichnet.

Während der im Frühjahr häufig auftretenden Trockenperioden wurden die Zuchten mehrmals mit feuchter Watte beschickt. Die frischgeschlüpften Parasiten wurden täglich dem Zuchtgefäß entnommen und zur Feststellung ihrer Lebensdauer in ein neues überführt. Als Nahrung wurde den Tieren mit Wasser und Bienenhonig getränkte Watte gereicht.

Sofort nach beendetem Parasiten- und Apfelwicklerschlupf wurde das Zuchtmaterial einer gründlichen Durchsicht unterzogen, um die Zahl der noch vorhandenen lebenden und toten Tiere zu ermitteln.

Um festzustellen, welchen Einfluß die Parasitenentwicklung auf das Größenwachstum der Wirtslarve hat, wurden die in den Puppenwiegen parasitierter *Carpocapsa*-Raupen vorgefundenen Kopfkapseln im trockenen Zustand mit einem Binokular gemessen. Da die Kopfkapseln der nicht parasitierten Apfelwicklerraupen durch die letzte Häutung auseinander getrieben waren, wurden für die Vergleichsmessungen Larven des fünften Stadiums, die in 70%igem Alkohol aufbewahrt waren, herangezogen.

### Trichomma enecator Rossi (*Ichneumonidae:* subfam. Ophioninae)

Nach Schmiedeknecht (1933) ist die Art über einen großen Teil von Europa verbreitet, aber nicht gerade häufig, in Thüringen selten. Darüber hinaus sind Nordafrika und Nordamerika als Verbreitungsgebiete registriert worden (Thompson 1953). Hadersold (1938) gibt an, daß im Frühjahr 1923 eine *T. enecator* in einer Naumburger Apfelwicklerzucht schlüpfte. Uffeln (1940) erhielt die Art ebenfalls von *C. pomonella.* Damit beschränkten sich die Angaben über Parasitierung von *Carpocapsa pomonella*-Raupen für Deutschland auf diese 3 Mitteilungen. Ferner wurde die Ichneumonide von Geier (1957) in der Schweiz, von Sciarra (1915) in Italien und von C. G. B. (1929), Pussard (1931), Rosenberg (1934) und Simmonds (1944) in Frankreich aus Apfelwicklerzuchten erhalten. Nach einer Zusammenstellung von Rosenberg (1934) tritt *T. enecator* an folgenden Wirten auf:

Acrobasis consociella Hb. (Lep. Pyralidae)
Acrobasis porphyrella Dup. (Lep. Pyralidae)
Cacoecia decretana Treits. (Lep. Tortricidae)
Cydia cynosbana F. (Lep. Tortricidae)
Cydia molesta Busck. (Lep. Tortricidae)
Cydia pomonella L. (Lep. Tortricidae)
Earias chlorana L. (Lep. Noctuidae)
Ectropis bistortata Goeze (Lep. Geometridae)
Eucosma (Phloeodes) tetraquetrana Haw. (Lep. Eucosmidae)
Gelechia boticella (Lep. Gelechiidae)
Pachythelia (Psyche) villosella Ochs. (Lep. Psychidae)

Peronea hastiana L. (Lep. Tortricidae)
Porthetria (Lymantria) dispar L. (Lep. Lymantriidae)
Spargonothis (Tortrix) pilleriana Schiff. (Lep. Tortricidae)
Tortrix laufauriana Reg. (Lep. Tortricidae)
Tortrix loeflingiana L. (Lep. Tortricidae)
Tortrix viridana L. (Leep. Tortricidae)

Dem heutigen Stand der Literatur entsprechend ist die Wirtsliste um folgende Angaben zu ergänzen:

*Cacoecia rosana* L. (Lep. Tortricidae), Hedwig, 1955
*Ornix finitimella* Z. (Lep. Tortricidae), Hedwig, 1955
*Polychrosis botrana* Schiff. (Lep. Tortricidae), Telenga, 1934
*Pammene juliana* (Stephens) (Lep. Tortricidae), Müller, 1957.

Gemäß Schmiedeknecht (1933) erhielt Krieger die Art aus einem Brombeerwickler. Bei den meisten Angaben handelt es sich lediglich um Gelegenheitsfunde, denen keine weiteren Untersuchungen zugrunde liegen.

Bei eigenen Untersuchungen wurde *T. enecator* schon in dem im Winter 1952/53 wenig zahlreich eingesammelten Raupenmaterial beobachtet, jedoch konnte eine fortlaufende Registrierung des Schlupfes dieser Wespe erst in den Jahren 1954 und 1955 durchgeführt werden. Dies trifft auch für die anderen noch zu behandelnden Parasiten von *Carpocapsa pomonella* zu.

Der jahreszeitliche Schlupfverlauf des Parasiten von 1954 und 1955 ist in den Abbildungen 1 und 2 bzw. 7 und 8 dargestellt. Vergleicht man den Schlupfbeginn der Wespe von beiden Jahren mit demjenigen des Wirtes, so lag dieser 1954 um 8 und 1955 um 12 Tage früher. Rosenberg (1934) gibt in einem Fall sogar einen Zwischenraum von 3 Wochen an. Die Temperatur scheint auf den Schlupfverlauf der Wespe keinen oder nur geringen Einfluß zu haben. Allerdings fällt auf, daß am 28. 5. 1955, als das Tagesmaximum nur 14,8° C erreichte, eine Unterbrechung des Parasitenschlupfes auftrat (Abb. 2). Wie weiterhin aus den Abbildungen 1 und 2 erkenntlich ist, sind in beiden Jahren in der ersten Hälfte der Schlupfperiode erheblich mehr Männchen als Weibchen in den Zuchten erschienen, während später die weiblichen Tiere überwiegen.

Über das Geschlechterverhältnis von *T. enecator* liegen nur in unzureichendem Maße Angaben vor. So bekam Rosenberg (1934) aus seinen *Carpocapsa*-Zuchten 1929 nur 2 ♂♂ und 4 ♀♀ und 1930 13 ♂♂ und 9 ♀♀, während Morley (zit. nach Rosenberg 1934) von 14 aus *Cacoecia (Tortrix) decretana* gezogenen Tieren nur 3 ♂♂ erhielt. Demgegenüber betrug das Zahlenverhältnis der Geschlechter in den eigenen Zuchten im Schlupfjahr 1954 und 1955 bei insgesamt 81 bzw. 86 geschlüpften Wespen 53,0 % bzw. 53,6 % ♀♀.

Vergleicht man das jahreszeitliche Auftreten der ersten mit *T. enecator* besetzten Apfelwicklerraupen in den Fanggürteln von 1953 mit 1954, so zeigt sich, daß die parasitierten *Carpocapsa*-Tiere im Jahre 1953 schon bei der Eintragung vom 14. 7. (Tab. 1), dagegen 1954 erst bei derjenigen vom 4. 8. vorhanden waren (Tab. 2). Diese zeitlichen Schwankungen beruhen wahrscheinlich auf ungünstigen Witterungseinflüssen. Außerdem geht aus diesen Tabellen hervor, daß der prozentual höchste *Trichomma*-Befall 1953 bei den im August und 1954 bei den im September eingesammelten Apfelwicklerraupen auftrat. Schlußfolgerungen lassen sich bei dem relativ kleinen

Material naturgemäß nicht ziehen. Von den 1953 eingesammelten 4272 *Carpocapsa*-Raupen wurden insgesamt 81 (1,9 %) und von den 2735 im Jahre 1954 eingetragenen *Carpocapsa*-Tieren 86 (3,1 %) Wespen erhalten. Das Ergebnis der 1953 nicht periodisch (5. 9.) eingetragenen *Carpocapsa*-Raupen ist in Tabelle 1 gesondert angeführt worden. Von 1954 liegen hierüber leider keine Ergebnisse vor, weil die längere Zeit an den Bäumen belassenen Fanggürtel restlos von Vögeln geplündert worden waren.

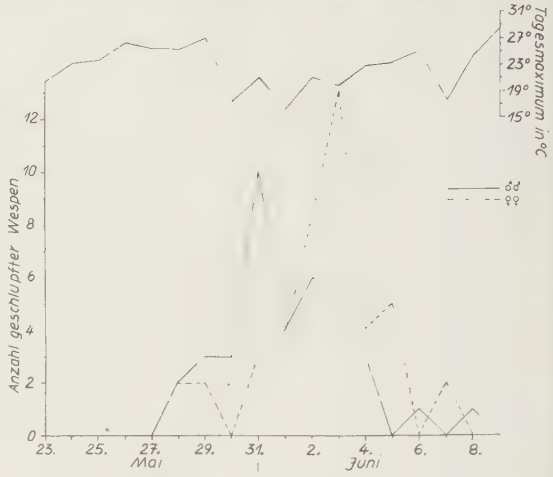



*Abb. 1.* Schlupfverlauf von *Trichomma enecator* 1954

Wie aus Literaturangaben hervorgeht, schlüpft *Trichomma enecator* aus den Puppen von *Carpocapsa pomonella*. Auch in unseren Zuchten schlüpfen die Tiere ebenfalls ausschließlich aus Puppen. Allerdings ist zu bemerken, daß nur Raupen eingesammelt wurden, so daß eine Belegung der *Carpocapsa*-Puppen selbst ausscheidet.

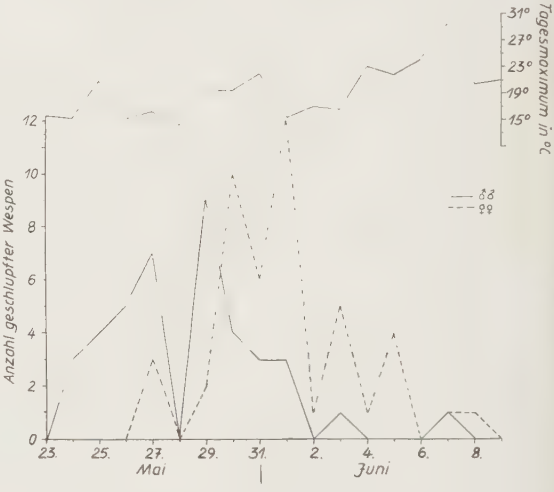



*Abb. 2.* Schlupfverlauf von *Trichomma enecator* 1955

Die Tatsache, daß die Wespe jahreszeitlich gesehen sehr früh und nur aus den Puppen des Wirtes erscheint, läßt bereits vermuten, daß eine vorzeitigere Verwandlung der parasitierten Apfelwicklerraupen vorliegt. Um den Verpuppungstermin der mit *T. enecator* besetzten *Carpocapsa*-Raupen festzustellen, wurde, wie schon erwähnt, ein Teil des Freilandmaterials im März 1955 eingeholt und in einem geheizten Raum aufbewahrt. Bei der am 20. 4. 1955 erfolgten Kontrolle wurden alle vorhandenen Puppen isoliert. Aus sämtlichen Frühpuppen schlüpften später *Trichomma*-Wespen. Die Verpuppung der restlichen *Carpocapsa*-Raupen setzte dagegen erst Ende April ein. Die frühzeitige Verwandlung der befallenen Wirtstiere muß demnach auf einem von der *Trichomma*-Larve ausgehenden Reiz beruhen.

Die Begattung der *Trichomma*-Weibchen erfolgte unmittelbar nach dem Schlupf der Männchen und dauerte bis zu 30 Minuten. In der Gefangenschaft

konnten beide Geschlechter, mit Bienenhonig ernährt, bis zu 6 Wochen am Leben erhalten werden.

Alle Versuche, *T. enecator* im Laboratorium an Apfelwicklerraupen zu züchten, schlugen bisher fehl, da die Wespen von frei herumkriechenden *Carpocapsa*-Raupen keine Notiz nahmen.

### Pristomerus vulnerator Panz. (*Ichneumonidae*: subfam. Ophioninae)

Nach Schmiedeknecht (1908–1911) ist die Art über ganz Europa verbreitet und gemäß Rosenberg (1934) auch in Cypern, Japan und Korea gefunden worden. Weitere Angaben besagen, daß die Wespe auch in Nordamerika, Nordafrika (Thompson 1953) und in China [Chu (Joo-Tso) 1937] aufgetreten ist.

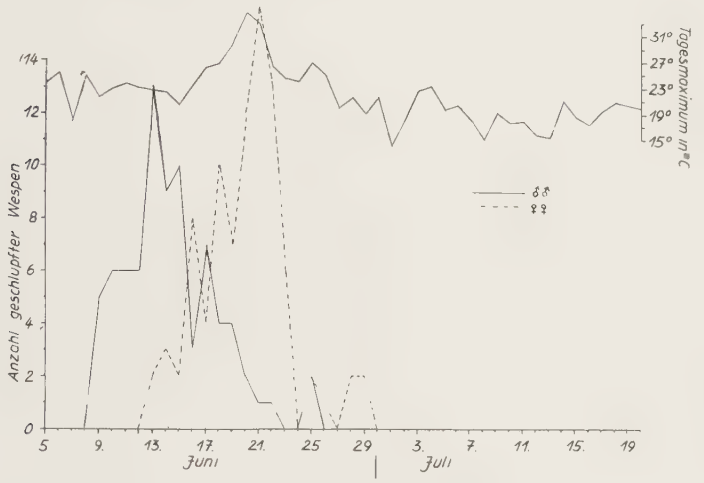



*Abb. 3.* Schlupfverlauf von *Pristomerus vulnerator* 1954

Über Parasitierung von Apfelwicklerraupen liegen aus dem Ausland mehrere Mitteilungen vor (Sciarra 1915, Sarra 1918, Regnier 1923, Morris 1927, Bragina 1926, Rosenberg 1934, Bos 1942, Simmonds 1944, Thompson 1953 und Geier 1957). Danach ist *Pristomerus*-Befall an *Carpocapsa pomonella*-Larven in folgenden Ländern registriert worden: England, Frankreich, Deutschland, Italien, Schweiz, Cypern, Jugoslawien, Rumänien, Sowjetunion, China, Japan und Korea. Für Deutschland sind dagegen m. W. nur 2 Angaben vorhanden. So wird von Küthe (1935) lediglich angegeben, daß *P. vulnerator* als Obstmadenparasit auftrat, während Hadersold (1938) aus Obstmadenzuchten in Landsberg/W. 1 ♂ und 2 ♀♀ der Wespe erhalten hat. Nachstehende Liste, die sich vorwiegend auf den Angaben von Rosenberg (1934) und Thompson (1953) aufbaut, enthält entsprechend der mir zugänglichen Literatur die Wirte von *P. vulnerator*.

⁰ Acrobasis consociella Hb. (Lep. Phycitidae)
* Acrobasis porphyrella Dup. (Lep. Phycitidae)
* Aegeria vespiformis L. (Lep. Aegeriidae)

*Tabelle 1*

**Anzahl der 1953 eingetragenen *Carpocapsa*-Raupen und 1954 je Sammlung geschlüpften Parasiten**

| 1953 | Raupen | A. tragica | T. enecator | P. vulner. | A. quadrid. | insgesamt | P. tristis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. 7. | 206 | — | — | — | — | — | — |
| 14. 7. | 325 | — | 1 = 0,3 % | — | — | 1 = 0,3 % | — |
| 21. 7. | 237 | 1 = 0,4 % | 2 = 0,8 % | 4 = 1,7 % | — | 7 = 3,0 % | 1 = 0,4 % |
| 28. 7. | 317 | 2 = 0,6 % | 5 = 1,6 % | 5 = 1,6 % | 5 = 1,6 % | 17 = 5,4 % | 2 = 0,6 % |
| 4. 8. | 210 | 3 = 1,4 % | 7 = 3,3 % | 8 = 3,8 % | 3 = 1,4 % | 21 = 10,0 % | — |
| 11. 8. | 173 | 2 = 1,2 % | 3 = 1,7 % | 13 = 7,5 % | 1 = 0,6 % | 19 = 11,0 % | — |
| 18. 8. | 302 | 2 = 0,7 % | 15 = 4,9 % | 14 = 4,6 % | 10 = 3,3 % | 41 = 13,5 % | 2 = 0,7 % |
| 25. 8. | 143 | 1 = 0,7 % | 4 = 2,8 % | 13 = 9,0 % | 7 = 4,9 % | 25 = 17,4 % | 2 = 1,4 % |
| 1. 9. | 102 | 1 = 1,0 % | 1 = 1,0 % | 4 = 3,9 % | 2 = 1,9 % | 8 = 7,8 % | 5 = 4,9 % |
| 7. 9. | 62 | — | 1 = 1,6 % | 6 = 9,7 % | 4 = 6,5 % | 11 = 17,8 % | 2 = 3,2 % |
| 9. 10. | 101 | — | 1 = 1,0 % | 5 = 4,9 % | 2 = 2,0 % | 8 = 7,9 % | 3 = 3,0 % |
| Birne[1] | 110 | 14 = 12,7 % | 6 = 5,5 % | — | — | 20 = 18,2 % | 1 = 0,9 % |
| [0]5. 9. | 1984 | 14 = 0,7 % | 35 = 1,8 % | 98 = 4,9 % | 36 = 1,8 % | 183 = 9,2 % | 25 = 1,3 % |
| | 4272 | 40 = 0,9 % | 81 = 1,9 % | 170 = 3,9 % | 70 = 1,6 % | 361 = 8,4 % | 43 = 1,0 % |

[1] Nicht periodisch eingetragene *Carpocapsa*-Raupen von Birnbäumen.
[0] Nicht periodisch eingetragene *Carpocapsa*-Raupen von Apfelbäumen.

* Anthomyia albimana Zett. (Dipt. Anthomyiidae)
* Argyroploce (Olethreutes) variegana Hb. (Lep. Tortricidae)
* Agyrotoxa (Tortrix) bergmanniana L. (Lep. Tortricidae)
Cacoecia (Tortrix) podana Scop. (Lep. Tortricidae), Hey & Thomas, 1934
[0] Caliroa cerasi L. (Hym. Tenthredinidae)
Caliroa limacina Ratz. (Hym. Tenthredinidae), Golfari, 1937
* Coenosia sp. (Dipt. Anthomyiidae)
Coleophora frischella L. (Lep. Coleophoridae), Hedwig, 1955
* Cydia molesta Busck. (Lep. Tortricidae)
* Cydia pomonelle L. (Lep. Tortricidae)
* Dendrolimus pini L. (Lep. Lasiocampidae)
[0] Dendrolimus punctatus Walk. (Lep. Lasiocampidae)
[0] Depressaria heracleana L. (Lep. Oecophoridae)
* Depressaria nervosella Haw. (Lep. Oecophoridae)
* Etiella zinckenella Tr. (Lep. Pyralidae)
* Eucosma ocellana F. (Lep. Tortricidae)
[0] Exartema morivora Mats. (Lep. Olethreutidae)
* Gypsonoma neglectana Dup. (Lep. Tortricidae)
Lita atriplicella F. (Lep. Gelechiidae), Hedwig, 1955

* Platyedra gossypiella Saund. (Lep. Tineidae)
⁰ Polychrosis botrana Schiff. (Lep. Olethreutidae)
* Porthetria dispar L. (Lep. Lymantriidae)
* Pyrausta nubilalis Hb. (Lep. Pyralidae)
* Rhyacionia buoliana Schiff. (Lep. Tortricidae)
⁰ Sphaeroeca ecellana D. & S. (Lep. Olethreutidae)
* Stenolechia albiceps Z. (Lep. Gelechiidae)
Tortrix viridana L. (Lep. Tortricidae), SCHÜTTE, 1957

Die mit eine * versehenen Wirte entstammen der Liste von ROSENBERG und die mit ⁰ versehenen derjenigen von THOMPSON.

In den eigenen Zuchten erschienen die ersten *Pristomerus*-Wespen im Jahre 1954 am 9. Juni und 1955 am 5. Juni, während die entsprechende Erscheinungszeit des Apfelwicklers für beide Jahre der 5. Juni war. Größere Unterschiede ergaben sich jedoch bei der Schlupfdauer des Parasiten. Während sie 1954 nur 3 Wochen betrug, erstreckte sie sich im Jahre 1955 sogar über einen Zeitraum von 6 Wochen. Ein Temperatureinfluß auf den Schlupfverlauf des Parasiten scheint nur am 10. Juni 1955 (Abb. 4) vorgelegen zu haben, als das Tagesmaximum nur 12⁰ C betrug und eine Unterbrechung des Schlupfes eintrat.

Weiterhin traten in beiden Untersuchungsjahren die Unterschiede beim Schlupfverlauf der Geschlechter deut-

*Tabelle 2*

**Anzahl der 1954 eingetragenen *Carpocapsa*-Raupen und 1955 je Sammlung geschlüpften Parasiten**

| 1954 | Raupen | A. tragica | T. enecator | P. vulner. | A. quadrid. | insgesamt | P. tristis |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14. 7. | 47 | — | — | — | — | — | — |
| 21. 7. | 67 | — | — | 3 = 4,5 % | 1 = 1,5 % | 4 = 6,0 % | — |
| 28. 7. | 69 | 1 = 1,4 % | — | 1 = 1,4 % | 2 = 2,8 % | 4 = 5,7 % | — |
| 1. 8. | 277 | 3 = 1,1 % | — | 4 = 1,4 % | 4 = 1,4 % | 11 = 3,9 % | — |
| 4. 8. | 182 | 1 = 0,5 % | 1 = 0,5 % | 4 = 2,2 % | 10 = 5,4 % | 16 = 8,7 % | — |
| 10. 8. | 374 | 2 = 0,5 % | 7 = 1,8 % | 9 = 2,4 % | 24 = 6,4 % | 42 = 11,2 % | — |
| 18. 8. | 460 | 1 = 0,2 % | 10 = 2,1 % | 20 = 4,3 % | 22 = 4,7 % | 53 = 11,5 % | 5 = 1,1 % |
| 25. 8. | 245 | — | 7 = 2,8 % | 30 = 12,2 % | 15 = 6,1 % | 52 = 21,2 % | 6 = 2,4 % |
| 1. 9. | 415 | 1 = 0,2 % | 24 = 5,7 % | 65 = 15,6 % | 15 = 3,6 % | 105 = 25,3 % | 11 = 2,6 % |
| 15. 9. | 315 | — | 21 = 6,6 % | 69 = 21,9 % | 16 = 5,1 % | 106 = 33,6 % | 6 = 1,9 % |
| 22. 9. | 123 | — | 11 = 8,9 % | 13 = 10,5 % | 2 = 1,6 % | 26 = 21,1 % | — |
| Birne[1] | 161 | 17 = 10,5 % | 5 = 3,1 % | 4 = 2,5 % | — | 26 = 16,1 % | 4 = 2,5 % |
| | 2735 | 26 = 1,0 % | 86 = 3,1 % | 222 = 8,1 % | 111 = 4,1 % | 445 = 16,3 % | 32 = 1,2 % |

[1] Nicht periodisch eingetragene *Carpocapsa*-Raupen von Birnbäumen.

lich in Erscheinung. Der Schlupf der weiblichen Wespen begann erst zu dem Zeitpunkt, als bereits die Hauptmasse der männlichen Tiere ihre Kokons verlassen hatte. Die beiden hintereinander liegenden Maxima des Geschlechterschlupfes (Abb. 3 und 4) lassen das proterandrische Verhalten von *P. vulnerator* deutlich hervortreten. Einige Angaben über das Geschlechterverhältnis von *P. vulnerator* liegen von Rosenberg (1934) und Hadersold (1938) vor. So erhielten Rosenberg (1934) im Jahre 1929 nur 9 ♂♂ und 6 ♀♀ bzw. 1930 22 ♂♂ und 14 ♀♀ und Hadersold (1938) sogar nur 1 ♂ und 2 ♀♀. Dagegen wurden in den Naumburger Zuchten im Jahre 1954 von insgesamt 170 geschlüpften *Pristomerus*-Wespen 91 ♀♀ (53,5 %) und 1955 von insgesamt 333[2] Tieren 191 ♀♀ (57,5 %) ermittelt.

Wie aus den Ergebnissen der wöchentlichen Raupensammlung hervorgeht, wanderten die ersten von *P. vulnerator* parasitierten Apfelwicklerraupen 1953 und 1954 etwa zum gleichen Zeitpunkt (21. Juli) in die Fanggürtel ein

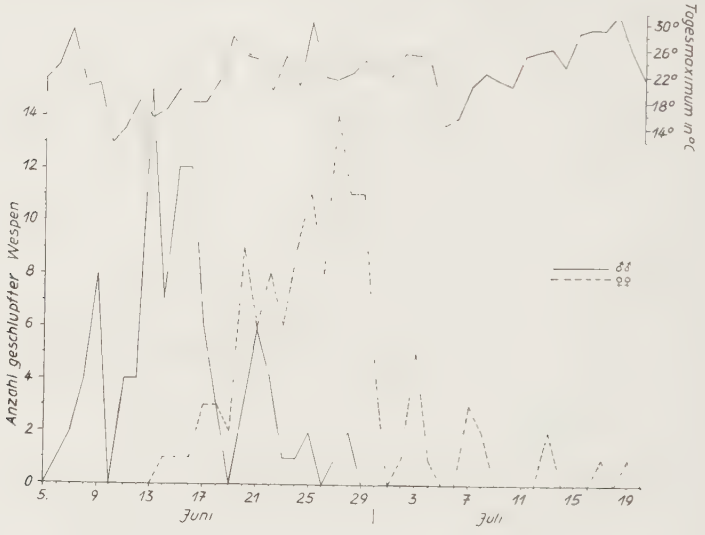



*Abb. 4.* Schlupfverlauf von *Pristomerus vulnerator* 1955

(Tab. 1 u. 2). Der größte Teil der *P. vulnerator* beherbergenden *Carpocapsa*-Raupen suchte jedoch im August und September die Fanggürtel auf. Der Gesamtbefall durch diese Ichneumonide betrug 1953 bei 4272 Apfelwicklerraupen 3,9 % und 1954 bei 2735 Tieren 8,1 %. Die Ursachen der jährlichen Befallsschwankungen sind vermutlich in dem mehr oder weniger starken Auftreten der anderen Wirte und den jeweiligen Witterungseinflüssen zu suchen.

Über die Biologie des Parasiten liegen bereits einige Angaben von Rosenberg (1934) vor. Hiernach legt das *Pristomerus*-Weibchen seine Eier in Jungraupen ab, die schon in die Frucht eingedrungen sind, aber sich noch in Fruchthautnähe aufhalten.

Zur Ermittlung des Verpuppungszeitpunktes von *P. vulnerator* wurden, wie schon bei *T. enecator* beschrieben, am 20. 4. 1955 (Frühschlupfmaterial)

[2] In dieser Zahl sind 111 Wespen des Frühschlupfmaterials, die in Tabelle 2 fehlen, enthalten.

alle vorhandenen Puppen, aus denen später *T. enecator* schlüpfte, und toten Raupen isoliert. Die lebenden Raupen erhielten neue Wellpappstückchen. Bei der Kontrolle am 5. 6. 1955 wurde in den Puppenwiegen des Wirtes eine größere Anzahl grauer Schlupfwespenkokons gefunden, aus denen später *Pristomerus*-Wespen schlüpften. Die Untersuchung ergab ferner, daß von 45 parasitierten *Carpocapsa*-Raupen noch 30 Tiere sich eine feste und 10 eine lose, unfertige Puppenwiege angelegt hatten, während 5 ohne Kokon aufgefunden wurden.Außerdem konnte bei der Durchsicht des Zuchtmaterials festgestellt werden, daß die Verwandlung der *Pristomerus*-Larven etwa zur selben Zeit wie diejenige des Wirtes erfolgt. Die Verpuppung des Parasiten vollzog sich stets im Wirt, was deutlich an der dem *Pristomerus*-Kokon anhaftenden Kopfkapsel der toten Apfelwicklerraupe zu erkennen war. In Übereinstimmung mit den Angaben von Rosenberg (1934) betrug die Lebensdauer der Wespen in den eigenen Zuchten 1–1½ Monate.

*Tabelle 3*

**Kopfkapselbreite parasitierter Apfelwicklerraupen in mm**

| Raupen parasitiert von | Anzahl Kopfkapseln | kleinste Breite | größte Breite | ∅ Breite |
|---|---|---|---|---|
| A. quadrident. | 64 | 1,080 | 1,385 | 1,199 |
| P. vulnerator | 61 | 1,302 | 1,690 | 1,479 |
| Kontrolle | 20 | 1,388 | 1,722 | 1,598 |

Um festzustellen, welchen Einfluß die Entwicklung des Parasiten auf das Größenwachstum der Wirtslarve ausübt, sind alle in den Puppenwiegen der von dieser Wespe befallenen Apfelwicklerraupen vorgefundenen Kopfkapseln gemessen worden. Die Messungen derselben wurden an trockenem Material vorgenommen und sind deshalb nicht ohne weiteres mit den Kontrollmessungen des Alkoholmaterials vergleichbar (Tab. 3). Die Kopfkapseln der nicht parasitierten Wirtsraupen waren durch die letzte Häutung der Larve zur Puppe fast alle auseinander getrieben und konnten, da die gemessenen Werte unwahrscheinlich groß ausfielen, nicht als Vergleichsmaterial dienen. Aus diesem Grunde sind hierfür in Tabelle 3 Werte von Tieren (Stadium I) eingesetzt worden, die in 70%igem Alkohol aufbewahrt wurden. Es scheint nur ein geringfügiger Unterschied in der Größe der durchschnittlichen Kopfkapselbreite zu bestehen. Dieses Ergebnis deckt sich im wesentlichen mit den Angaben von Simmonds (1944) und Geier (1957), wonach die von *P. vulnerator* parasitierten *Carpocapsa*-Raupen nicht normale Größe erreichen sollen.

### Ascogaster quadridentatus Wesm. (*Braconidae:* subfam. Cheloninae)

Diese Braconide ist über weite Teile Europas verbreitet (Rosenberg 1934), sowie auch in Nordamerika (Lloyd 1944, Lepage & Fadigas 1944) und Australien (Thompson 1953) aufgetreten. Eine ausführliche Artbeschreibung gibt Fahringer (1934) in seiner Schrift „Opuscula braconologica". Zahlreiche weitere Angaben lassen erkennen, daß *A. quadridentatus* ein häufiger Parasit von *Carpocapsa pomonella* ist. Für Deutschland liegen hierüber m. W. nur die Mitteilungen von Hadersold (1938), Uffeln (1940) und

Hedwig (1955) vor. Während Hedwig und Uffeln lediglich *C. pomonella* als Wirt von *A. quadridentatus* in einer Liste anführen, werden von Hadersold bereits einige Angaben über Zeit und Stärke des Auftretens dieses Parasiten in Stade und Landsberg/W. gemacht.

Neben *Ascogaster quadridentatus* wird vor allem in der älteren Literatur die Art *Ascogaster carpocapsae* Vier. geführt, die nach später gemachten Untersuchungen mit der ersteren identisch sein soll (Rosenberg 1934). Auch Thompson (1953) hat in seinem Parasitenkatalog bei *A. carpocapsae* Vier. auf *A. quadridentatus* verwiesen, woraus geschlossen werden kann, daß es sich um ein Synonym handelt. In der nachstehenden Liste der Wirte von *A. quadridentatus*, die sich vorwiegend auf den unverändert übernommenen Angaben von Rosenberg (1934) und Thompson (1953) aufbaut, ist *A. carpocapsae* Vier. als Synonym von *A. quadridentatus* mit vertreten.

* Ancylis comptana Froehl. (Lep. Tortricidae)
* Argyroploce variegana Hb. (Lep. Tortricidae)
⁰ Argyrotoxa bergmanniana L. (Lep. Tortricidae)
* Argyrotoxa (Dictyopteryx) heparana Schiff. (Lep. Tortridae)
* Cacoecia (Tortrix) rosana L. (Lep. Tortricidae)
⁰ Carpocapsa pomonella L. (Lep. Olethreutidae)
⁰ Clysia ambiguella Hb. (Lep. Phaloniidae)
* Cydia molesta Busck. (Lep. Tortricidae)
⁰ Epiblema tripunctana D. & S. (Lep. Olethreutidae)
⁰ Epinotia solandriana L. (Lep. Olethreutidae)
* Eucosma ocellana F. (Lep. Tortricidae)
* Eucosma (Pardia) tripunctana F. (Lep. Tortricidae)
* Eucosma solandriana L. (Lep. Tortricidae)
* Eupithecia absinthiata Clerck (Lep. Geometridae)
⁰ Filatima persicaeella Murt. (Lep. Gelechiidae)
* Gelechia confusella Cham. (Lep. Tineidae)
⁰ Grapholitha packardi Zell. (Lep. Olethreutidae)
⁰ Grapholitha prunivora Walsh (Lep. Olethreutidae)
⁰ Hedia variegana Hb. (Lep. Olethreutidae)
* Hyponomeuta malinellus Zell. (Lep. Tineidae)
* Hyponomeuta padellus L. (Lep. Tineidae)
* Laspeyresia (Carpocapsa) splendana Hb. (Lep. Tortricidae)
* Laspeyresia (Endopisa) nigricana Steph. (Lep. Tortricidae)
* Laspeyresia (Opadia) funebrana Tr. (Lep. Tortricidae)
Laspeyresia zebeana Ratz. (Lep. Tortricidae), Hedwig, 1955
* Laverna hellerella Dup. (= Crysoclista atra, Haw.?) (Lep. Tineidae)
* Pandemis (Tortrix) heparana Schiff. (Lep. Tortricidae)
⁰ Polychrosis botrana Schiff. (Lep. Olethreutidae)
* Polychrosis viteana Clem. (Lep. Tortricidae)
* Recurvaria nanella Hb. (Lep. Tineidae)
⁰ Sphaeroeca ocellana D. & S. (Lep. Olethreutidae)
* Spilonota (Hedya) ocellana Fab. (Lep. Tortricidae)

Die mit * versehenen Wirte entstammen der Liste von Rosenberg (1934) und die mit ⁰ versehenen derjenigen von Thompson (1953).

Wie aus den eigenen Versuchsaufzeichnungen hervorgeht, setzte der Schlupf des Parasiten im Jahre 1954 eine Woche später als im Folgejahr ein (Abb. 7 u 8). Vergleicht man die Schlupfzeiten von *A. quadridentatus* mit

denen von *C. pomonella*, so ergibt sich für 1954 eine Differenz von fast 3 Wochen und für 1955 von etwa 2 Wochen, um die der Parasit später schlüpfte als der Wirt. Ähnliche Unterschiede gab es auch bei den Hauptschlupfzeiten. Während sich die Hauptschlupfzeit des Parasiten 1955 mit derjenigen des Wirtes deckte, war zu dieser Zeit im Jahre 1954 schon die Hauptmasse der Apfelwickler geschlüpft. Das Ende des Schlupfes von *A. quadridentatus* lag 1954 eine Woche früher, dagegen 1955 etwa 3 Tage später als dasjenige des Wirtes.

Wie ferner aus den Abbildungen 7 und 8 erkenntlich ist, scheinen temperaturbedingte Schlupfunterbrechungen nur am 8. Juli 1954 und am 6. Juli 1955, als das Tagesmaximum nur 15° C betrug, vorzuliegen.

Von weiterer Bedeutung ist das jahreszeitliche Auftreten der von dieser Braconide parasitierten Apfelwicklerraupen in den Fanggürteln. So wurden die ersten *Ascogaster* beherbergenden Wirtstiere im Jahre 1953 am 28. Juli und 1954 am 21. Juli in den Bändern beobachtet (Tab. 1 u. 2). Die Höhe des Parasitierungsgrades war bei den wöchentlichen Raupeneinsammlungen ziemlich unterschiedlich. Jedoch scheinen die zur späteren Jahreszeit gefangenen *Carpocapsa*-Raupen stärker von dieser Braconide befallen zu sein als diejenigen, welche schon früher die Wellpappgürtel aufgesucht hatten (Abb. 2). Weiterhin fällt in Tabelle 1 und 2 auf, daß die von Birnbäumen stammenden Apfelwicklerraupen keine *Ascogaster*-Wespen entließen. Hierfür kann zur Zeit noch keine Erklärung gegeben werden. Der Gesamtbefall durch diese Braconide betrug in Naumburg im Jahre 1953 nur 1,6 % und 1954 4,1 %. Dagegen wurde in Stade nach den Angaben von Hadersold (1938) eine Befallshöhe von 16,1 % (1935) bzw. 5,8 % (1936) und in Götzdorf eine von 3,9 % (1936) bei *C. pomonella* ermittelt.

Über die Biologie dieser Wespe liegen von Rosenberg (1934) einige Angaben vor. Wie hieraus ersichtlich ist, legt *A. quadridentatus* die Eier in das Dotterplasma des Apfelwicklereies. Obwohl die Weibchen in der Gefangenschaft meist 1–2, selten 3 Eier je Wirtsei ablegten, schlüpfte immer nur eine Wespe aus einer *Carpocapsa*-Raupe. Bei etwa 70° F dringt die Parasitenlarve in 2–3 Tagen in das *Carpocapsa*-Räupchen ein. Die Entwicklung des Parasiten schreitet anfangs nur langsam vorwärts, so daß er sich beim Abwandern der Wirtsraupe in das Winterversteck noch im ersten Larvenstadium befindet. Zugleich wird durch die Gegenwart des Parasiten auch das Wachstum der Wirtslarve gehemmt, so daß letztere nur ungefähr 1/4 der normalen Größe erreicht. Diese Beobachtungen wurden auch von Hadersold (1938), Simmonds (1944) und Geier (1957) gemacht, die *A. quadridentatus* ebenfalls von kleinen, im Wachstum zurückgebliebenen Apfelwicklerraupen erhielten. Die in der gleichen Weise wie bei *P. vulnerator* durchgeführten Kopfkapselmessungen der in den eigenen Zuchten von dieser Braconide befallenen *Carpocapsa*-Raupen bestätigen obige Angaben (Tab. 3). Die Verwandlung des Parasiten vollzieht sich in unserem Gebiet in der Regel erst im Frühjahr. Jedoch schlüpfen vereinzelte Tiere auch manchmal schon im Einsammlungsjahr des Wirtes (Hadersold 1938). Nach zweimaliger Häutung verspinnt sich der Parasit in der Wirtslarve. Der glänzend weiße Kokon ist typisch für eine Braconidenpuppe. Die Kopulation wurde bald nach dem Schlupf der Wespen beobachtet. In Rosenbergs Zuchten schritten die Weibchen erst vom 13. bis 15. Tag ab zur Eiablage. Hierin ist wahrscheinlich auch eine der Ursachen für das verspätete jahreszeitliche Auftreten der von dieser

Braconide befallenen Apfelwicklerraupen in den Fanggürteln zu suchen. Massenzuchten von *A. quadridentatus* sind möglich, jedoch war der Erfolg bei der von Rosenberg (1934) entwickelten Zuchtmethode noch unbefriedigend.

### Perilampus tristis Mayr (*Chalcididae:* subfam. Perilampinae)

Nach Bergold und Ripper (1937) ist die Art „aus Europa und Nordamerika bekannt. In Europa wurde sie in Frankreich (Parker, Rosenberg), Deutschland, in Österreich, und zwar: Umgebung Wien (Handlirsch), Piestingtal (Mayr, Tschek), Burgenland und Marchfeld (Bergold und Ripper), in Italien in Bozen (Kohl, Mayr) gefunden. In Nordamerika ist ein Fundort aus Kanada angegeben". Ferner wurde *P. tristis* noch in der Schweiz (Geier und Baggiolini, 1953), in Ungarn (Györfi, 1943), und auf der Krim (Telenga, 1934) festgestellt. Nach weiteren Angaben wurde *P. tristis* aus Zuchten folgender Lepidopteren erhalten:

Carpocapsa pomonella L. (Lep. Tortricidae), Rosenberg, 1934
Laspeyresia molesta Busck. (Lep. Tortricidae), Geier & Baggiolini, 1953
Olethreutes gentiana Hb. (Lep. Tortricidae), Ruschka, 1924
Pamene gallicolana Zett. (Lep. Tortricidae), Györfi, 1943
Polychrosis botrana Schiff. (Lep. Tortricidae), Telenga, 1934
Rhyacionia buoliana Schiff. (Lep. Tortricidae), Sheppard, 1932

Umfangreiche Untersuchungen über die Biologie dieser Chalcidide, welche sich allerdings nur auf ihren Entwicklungsablauf an *Rhyacionia buoliana* Schiff. beziehen, wurden von Bergold und Ripper (1937) durchgeführt. Wie hieraus hervorgeht, tritt *P. tristis* bei *R. buoliana* nur als Hyperparasit auf. Ebenso verhält sich die Wespe in *Laspeyresia molesta*-Zuchten, wo sie die Ichneumonide *Lissonota buolianae* Htg. parasitiert (Geier & Baggiolini, 1953). Auch in den *Carpocapsa*-Zuchten ist sie mit Sicherheit bisher nur als Hyperparasit festgestellt worden. So erhielten Rosenberg (1934) die Chalcidide von *Pristomerus vulnerator* Panz. und Boyce (1941) von *Ascogaster quadridentatus* Wesm. Ob sich die Art auch selbständig in den Apfelwicklerraupen entwickeln kann, ist noch nicht erwiesen. Angaben über das Auftreten dieses Hyperparasiten in *Carpocapsa*-Zuchten liegen m. W. für deutsche Verhältnisse nicht vor.

Obwohl es sich bei dieser in den Naumburger *Carpocapsa*-Zuchten auftretenden *Perilampus*-Art nur um wenige Tiere handelt, sollen die Schlupfergebnisse kurz mitgeteilt werden. Die ersten Wespen erschienen in beiden Versuchsjahren (Abb. 5 und 6) ungefähr Anfang Juli in den Zuchten, während das Schlüpfen der letzten Tiere 1954 am 3. August und 1955 am 23. Juli beobachtet wurde. Das verspätete Erscheinen dieser Chalcidide im Vergleich zu demjenigen von *Carpocapsa pomonella* und den anderen Parasiten kennzeichnet sie auch als Hyperparasit.

Die in den Tabellen 1 und 2 angeführten Befallszahlen lassen erkennen, daß das jahreszeitliche Auftreten der *P. tristis* beherbergenden *Carpocapsa*-Raupen in den Fanggürteln großen Schwankungen unterlag. So waren 1953 schon bei den Eintragungen vom 21. und 28. Juli einige *Perilampus*-Tiere dabei, während diese im Jahre 1954 erstmalig bei der Einsammlung vom 18. August festgestellt werden konnten. Der Gesamtbefall durch diese

Wespe war sehr gering. Er erreichte in beiden Versuchsjahren nur 1,0 % (1953) bzw. 1,2 % (1954).

Nach den Angaben von Rosenberg (1934) und Boyce (1941), die als Wirte für *P. tristis* die Schlupfwespen *P. vulnerator* bzw. *A. quadridentatus* angeben, kann angenommen werden, daß *P. tristis* in den Naumburger Zuchten ebenfalls aus den betreffenden Wirten schlüpfte. Jedoch zeigt sich bei den im Jahre 1953 von Birnbäumen eingesammelten *Carpocapsa*-Raupen eine Ausnahme, da der Hyperparasit hier von *A. tragica* bzw. *T. enecator* geschlüpft sein kann. Diese sind aber m. W. als Wirte für *P. tristis* nicht bekannt.

Abschließend soll noch kurz der Entwicklungsablauf von *P. tristis*, wie er von Bergold und Ripper (1937) bisher nur an *Rhyacionia buoliana* und seinen Primärparasiten beobachtet wurde, dargelegt werden. Danach sollen die *Perilampus*-Weibchen ihre Eier auf die Blätter der Nahrungspflanzen ablegen. Das nach 7-10 Tagen schlüpfende Planidium beginnt bei Annäherung einer Wirtsraupe hin- und herzuschlagen und klammert sich bei Berührung am Körper derselben fest. Das eingedrungene Planidium wächst innerhalb der *buoliana*-Larve gar nicht und verhält sich gegenüber den ersten Stadien der primären Parasiten, mit denen es zusammen in derselben Raupe lebt, bis zum Frühjahr völlig passiv. Erst dann werden die primären Parasiten befallen. Sind jedoch keine Primärparasiten in der *buoliana*-Larve vorhanden, so kann das Planidium, welches sich nicht weiter entwickelt, noch im Schmetterling festgestellt werden. Nach Ansicht der beiden Autoren kann sich *P. tristis* in diesem Fall nicht mehr zur Imago entwickeln.

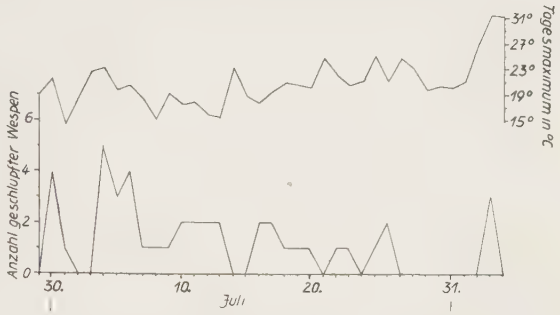



*Abb. 5.* Schlupfverlauf von *Perilampus tristis* 1954

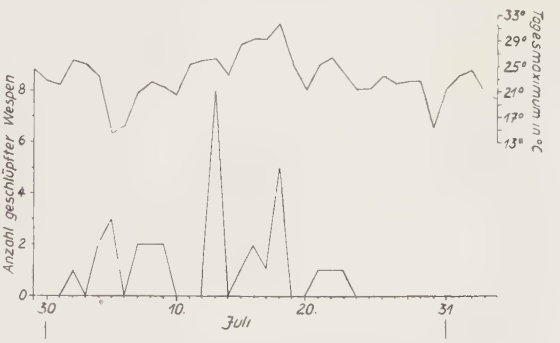



*Abb. 6.* Schlupfverlauf von *Perilampus tristis* 1955

### Arrhinomyia tragica Mg. (*Diptera:* Tachinidae)

Über die Parasitierung von *Carpocapsa*-Raupen durch *A. tragica* liegen aus dem Ausland mehrere Mitteilungen vor (Bragina 1926, Jugoslawien; Pussard 1931, Simmonds 1944 und Rosenberg 1934, Frankreich; Greenslade, Massee und Thomas 1935, England; Geier 1957, Schweiz), aber aus Deutschland offenbar nur eine (Kramer 1917).

Nach bisherigen Ermittlungen sind folgende Wirte von *A. tragica* bekannt:

Epiblema semifuscana Steph. (Lep. Tortricidae), Rosenberg, 1934
Hypsolophus persicellus F. (Lep. Tineidae), Rosenberg, 1934
Polychrosis botrana Schiff. (Lep. Tortricidae), Telenga, 1934
Tortrix viridana L. (Lep. Tortricidae), Schütte, 1957

Die Anzahl der in den eigenen *Carpocapsa*-Zuchten erschienenen Fliegen war sehr gering. Trotzdem brachten diese Untersuchungen einige neue Ergebnisse, die im folgenden noch kurz mitgeteilt werden sollen:

Aus den Abbildungen 7 und 8 ist erkenntlich, daß die Tachine im Vergleich zu den anderen Parasiten und *C. pomonella* jahreszeitlich gesehen zuerst in den Zuchten auftrat. Der Schlupf von *A. tragica* erstreckte sich im

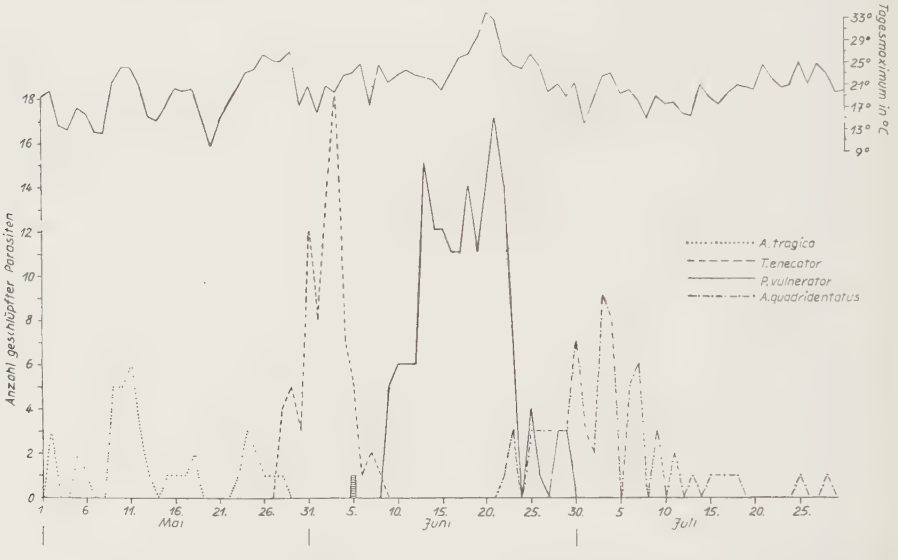



*Abb. 7.* Zusammenfassende Darstellung der Zeit und Stärke des Parasitenauftretens bei *Carpocapsa pomonella* im Schlupfjahr 1954. Schlupfbeginn des Apfelwicklers am 5. Juni

Jahre 1954 über den ganzen Monat Mai (Abb. 7), während er 1955 erst am 10. Mai begann und bis zum 6. Juni andauerte (Abb. 8). Das Schlupfende der Diptere lag 1954 etwa eine Woche vor dem Beginn des Wirtsschlupfes. Dagegen erschienen die letzten Fliegen im Jahr 1955 zusammen mit den ersten Apfelwicklern.

Die Befallsstärke der zu verschiedenen Zeiten eingetragenen Apfelwicklerraupen war sehr unterschiedlich. Eigenartig ist die Tatsache, daß die beiden ersten und die zwei letzten Eintragungen sowohl von 1953 als auch von 1954 ohne Befall waren (Tab. 1 und 2). Der Parasitierungsgrad von *A. tragica* ist im Verhältnis zu den bereits behandelten Parasiten von *Carpocapsa pomonella* ziemlich niedrig. Es fällt jedoch auf, daß er bei den von Birnbäumen stammenden Apfelwicklerraupen beachtlich groß ist. Für diese Erscheinung kann zur Zeit noch keine Erklärung gegeben werden.

Die Verwandlung der Larven erfolgt im März und April und war abgeschlossen, sobald die Verpuppung des Wirtes begann. Der Parasitenkokon

wird in der Apfelwicklerraupe angelegt. Restteile des Wirtes sind auch nach dem Schlupf des Parasiten noch deutlich erkennbar, da sie am Dipterenkokon haften bleiben. Auf Grund von Eizählungen, wobei von 3 Tachinen durchschnittlich 1587 Eier je Weibchen ermittelt wurden, liegt die Vermutung nahe, daß die Eier auf die Pflanze abgelegt und vom Wirt verschlungen werden. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, daß den sehr kleinen Eiern von *A. tragica* eine dicke, chitinisierte Schale fehlt. Nähere Einzelheiten über den Entwicklungsablauf des Parasiten bei *Carpocapsa pomonella* sind nicht bekannt.

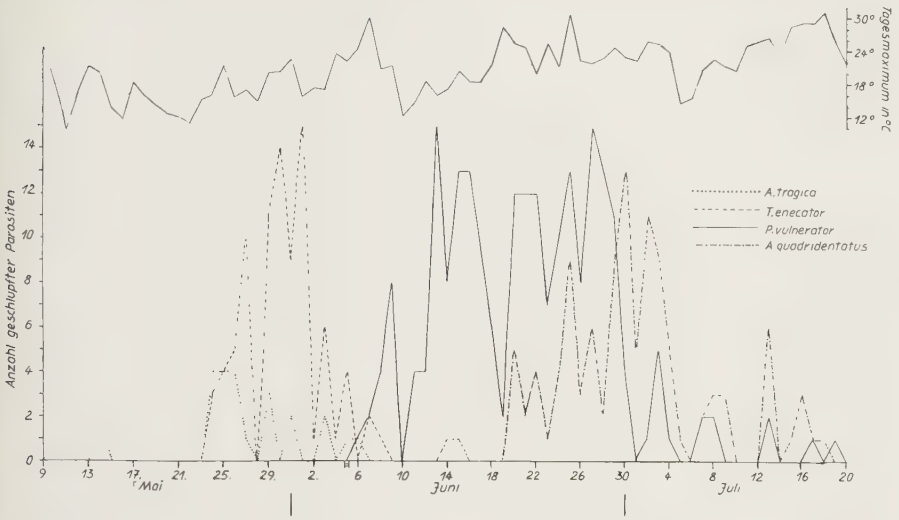



*Abb. 8.* Zusammenfassende Darstellung der Zeit und Stärke des Parasitenauftretens bei *Carpocapsa pomonella* im Schlupfjahr 1955. Schlupfbeginn des Apfelwicklers am 5. Juni

## Schlußbetrachtung

Wie aus den bisherigen Ergebnissen zu ersehen ist, schlüpften die Parasiten 1954 und 1955 stets in der gleichen Reihenfolge. Diese Beobachtung wurde auch schon 1953 gemacht, aber auf Grund der geringen Individuenzahl nicht laufend registriert. Zuerst erschien in den *Carpocapsa*-Zuchten erwartungsgemäß die Tachine, *Arrhinomyia tragica,* dann folgten die Ichneumoniden, *Trichomma enecator* und *Pristomerus vulnerator,* sowie die Braconide, *Ascogaster quadridentatus* zusammen mit der Chalcidide, *Perilampus tristis* (Abb. 7 und 8). Der Schlupfbeginn von *P. vulnerator* fiel fast genau mit demjenigen von *Carpocapsa pomonella* zusammen. *P. tristis* wurde in den Abbildungen nicht mit aufgenommen, da die Art bisher nur als Hyperparasit bekannt ist (Bergold und Ripper 1937, Simmonds 1944, Geier & Baggiolini 1953).

Der durch diese Parasiten verursachte Gesamtbefall betrug bei den 1953 eingetragenen Apfelwicklerraupen nach dem Schlupfergebnis von 1954 nur 8,4 % und bei denjenigen von 1954 nach dem Schlupfergebnis des Folgejahres 16,3 %. Vergleicht man den Gesamtparasitierungsprozentsatz der zu verschiedenen Zeiten eingesammelten *Carpocapsa*-Raupen miteinander, so zeigt

sich, daß dieser mit fortschreitender Jahreszeit ansteigt und schließlich in der ersten Septemberhälfte seinen Höhepunkt erreicht.

Von den angeführten Parasiten ist *Pristomerus vulnerator* mit einem Gesamtbefall von 8,1 % im Jahre 1954 (Tab. 2) am häufigsten vertreten. Es folgen dann nach der Stärke ihres Auftretens *A. quadridentatus* mit 4,1 %, *T. enecator* mit 3,1 %, *P. tristis* mit 1,2 % und schließlich *A. tragica* mit nur 1,0 %. Diese Reihenfolge der Befallsstärke ist bei ROSENBERGS Untersuchungen, die er in 10 Gebieten Frankreichs durchführte, nur bei den Werten des erreichten Höchstbefalls gegeben (*P. vulnerator* 14,2 %, *A. quadridentatus* 5,7 %, *T. enecator* 3,1 % und *A. tragica* 2,6 %), sie trifft jedoch nicht zu, sobald nur die Parasitierungswerte eines Untersuchungsgebietes verglichen werden. Zu diesen Angaben ist allerdings noch zu bemerken, daß ROSENBERG (1934) bei der Errechnung der Befallshöhe nicht von der eingesammelten Raupenzahl ausgeht, sondern die Anzahl der geschlüpften Apfelwickler zu derjenigen der Wespen und Fliegen in Beziehung setzt. Die so erhaltenen Werte sind natürlich relativ größer als die eigenen.

Weiterhin ist auffallend, daß das Befallsverhältnis bei den von Birnbäumen eingetragenen Apfelwicklerraupen anders ist. Hier steht *A. tragica* mit 12,7 % im Jahre 1953 und 10,5 % im Jahre 1954 einwandfrei an der Spitze. Es folgen dann im Jahre 1954 nach der Stärke ihres Auftretens *T. enecator, P. vulnerator* und *P. tristis* (Tab. 2). Ferner ist bemerkenswert daß *A. quadridentatus* nicht aus *Carpocapsa*-Raupen schlüpfte, die von Birnbäumen stammten. Dies trifft, allerdings nur 1954, auch für *P. vulnerator* zu. Da ROSENBERG (1934) *P. vulnerator* und BOYCE (1941) *A. quadridentatus* als Wirte für *P. tristis* in *Carpocapsa*-Zuchten feststellten, diese jedoch 1954 aus den von Birnbäumen eingetragenen *Carpocapsa*-Raupen nicht schlüpften (Tab. 1), besteht die Möglichkeit, daß sich *P. tristis* in *A. tragica* oder *T. enecator* entwickelt hat.

Bei den Angaben der Befallsgrade von *Carpocapsa pomonella* ist noch zu berücksichtigen, daß nicht alle Parasitenlarven, die in den Wirtstieren leben, Wespen oder Fliegen ergeben, aber noch in vielen Fällen deren Tod verursachen. Andererseits soll bei der Auswertung dieser Untersuchungen auch nicht übersehen werden, daß das eingetragene Tiermaterial aus Fanggürteln stammt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die parasitierten *Carpocapsa*-Tiere beim Abwandern in die Winterverstecke die Fanggürtel bevorzugt aufsuchen. Hierüber müssen weitere Untersuchungen Aufklärung geben.

## Zusammenfassung

In den Jahren 1953, 1954 und 1955 wurden folgende Parasiten aus Zuchten von *Carpocapsa pomonella* erhalten:

*Arrhinomyia tragica* Mg.
*Trichomma enecator* Rossi
*Pristomerus vulnerator* Panz.
*Ascogaster quadridentatus* Wesm.
*Perilampus tristis* Mayr.

Diese Parasiten schlüpften in den angegebenen Jahren regelmäßig in der oben angeführten Reihenfolge.

Bei den Ichneumoniden *T. enecator* und *P. vulnerator* wurde eine Proterandie festgestellt.

Der Gesamtparasitierungsgrad war bei den 1954 eingesammelten Apfelwicklerraupen mit 16,3 % am höchsten. Dagegen betrug er 1953 nur 8,4 %.

Bei den von Apfelbäumen stammenden *Carpocapsa*-Raupen verursachte *P. vulnerator* und bei den von Birnenbäumen *A. tragica* den höchsten Befall.

Die in den Jahren 1953 und 1954 in der ersten Sammelwoche eingetragenen *Carpocapsa-Raupen* entließen keine Parasiten.

Der größte Teil der Parasiten beherbergenden *Carpocapsa*-Larven suchte im August und Anfang September die Fanggürtel auf.

Die oben genannten Parasiten haben im Untersuchungsgebiet bei *Carpocapsa pomonella* nur eine Generation entwickelt.

## Summary

Between 1953 and 1955, the following parasites were reared from *Carpocapsa pomonella:*

*Arrhinomyia tragica* Mg., *Trichomma enecator* Rossi, *Pristomerus vulnerator* Panz., *Ascogaster quadridentatus* Wesm. and *Perilampus tristis* Mayr.

These ones emerged regularly each year in the order given above Protandry was confirmed in the Ichneumonids *T. enecator* and *P. vulnerator.*

The total parasitism amongst the larvae collected was highest in 1954 with 16.3 %. In 1953, it was only 8.4 %.

*P. vulnerator* was the commonest parasite in codling moth larvae from apple and *A. tragica* the commonest in larvae from pear.

In 1953 and 1954, the larvae found in the first week's collecting produced no parasites.

The majority of the parasitized larvae sought out the trap bands in August and early September.

The above mentioned parasites have only one generation in *C. pomonella* in the area where the study was carried out.

## Literatur

Bergold, G. & Ripper, W.: *Perilampus tristis* Mayr als Hyperparasit des Kieferntriebwicklers (*Rhyacionia buoliana* Schiff.). Z. Paras.k. **9**, 394–417, 1937.

*Bos, J.: De wormstekigheid bij appel in Nederland. Tijdschr. Plantenziekten **48**, 73–85, 1942. Ref.: Z. Pflanzenkh. **53**, 230, 1943.

*Boyce, H. R.: Biological Control of the Codling Moth in Ontario. Rep. ent. Soc. Toronto **71**, 40-44, 1941. Ref.: Rev. appl. Ent. **30**, 111–112, 1942.

*Bragina, A.: Parasites of *Cydia pomonella* L., near Belgrade. Glasnik Centralnog Higijensk. Zavoda **1**, 60–62, 1926. Ref.: Rev. appl. Ent. **15**, 229, 1927.

*C. G. B.: Parasites de *C. pomonana.* Bull. Soc. Sci. Seine-et-Oise **10**, 79, 1929. Ref.: Rev. appl. Ent. **18**, 265, 1930.

*Chu (Joo-Tso), Notes on the Hymenopterous Parasites of the Pine Caterpillar *Dendrolimus punctatus* Walker in China. Ent. & Phytopath. **5**, 56–103, 1937. Ref.: Rev. appl. Ent. **25**, 456, 1937.

Fahringer, J.: Opuscula braconologica Palaearktische Region Bd. **II**, Wien 1934.

*Geier, P.: Observations sur les parasites du *Carpocapsa* (Cydia) *pomonella* L. près de Geneve. Mus. d' Histoire natur. Geneve. Rev. suisse Zool. **64**, 497–525, 1957. Ref.: Berichte wiss. Biologie **125**, 333, 1958.

*Geier, P. & Baggiolini, M.: Observations sur la tordeuse orientale du pêcher (*Laspeyresia molesta* Busck.) en Suisse romande et italienne. Landw. Jb. Schweiz **67**, 971–980, 1953. Ref.: Rev. appl. Ent. **43**, 200–201, 1955.

*Golfari, L.: Contributi alla conoscenza dell'entomofauna del pero (*Pirus communis* L.). Boll. Labor. Ent. Bologna **9**, 206–249, 1937. Ref.: Rev. appl. Ent. **25**, 704, 1937.

Greenslade, R. M., Massee, A. M. & Thomas, F. J. D.: Studies of Impregnation of Tree Banding Materials. II. Apple Blossom Weevil and Codling Moth Experiments in 1953. Ann. Rep. East Malling **23**, 177–183, 1935.

Györfi, J.: Beiträge zur Kenntnis der Wirte von Schlupfwespen. Z. angew. Ent. **30**, 79 bis 103, 1943.

Hadersold, O.: Ergebnisse von Parasiten-Zuchten der Zweigstelle Stade der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft. Arb. physiol. angew. Ent. **5**, 21 u. 261, 1938.

Hedwig, K.: Mitteleuropäische Schlupfwespen und ihre Wirte. Nachr. d. naturwiss. Mus. d. Stadt Aschaffenburg Nr. **47**, 43–56, 1955.

*Hey, G. L. & Thomas, F. J. D.: On the Biology of some Tortricidae (*Lepidoptera*) infesting Fruit Trees in Britain. I. *Cacoecia (Tortrix) podana* Scop. J. Pomol. **12**, 293 bis 310, 1934, London. Ref.: Rev. appl. Ent. **23**, 125, 1935.

Kramer, H.: Die Musciden der Oberlausitz. Abh. naturf. Ges. Görlitz **28**, 271–273, 1917.

Küthe, K.: Zur Biologie des Apfelwicklers (*Carpocapsa pomonella* L.). Landwirtschaftl. Jb. **81**, 919–937, 1935.

*Lepage, H. S. & Fadigas, M. jr.: A mariposa oriental das frutas *Grapholitha molesta* (Busck). Biologica **10**, 135–140, 1944. Sao Paulo. Ref.: Rev. appl. Ent. **33**, 95, 1945.

*Lloyd, D. C.: A Study of the Codling Moth and its Parasites in California. Sci. Agric. **24**, 456–473, 1944. Ref.: Rev. appl. Ent. **33**, 240, 1945.

*Morris, H. M.: Entomological Notes. Cyprus Agric. J. **22**, 65–67, 1927. Ref.: Rev. appl. Ent. **15**, 655, 1927.

Müller, O.: Biologische Studien über den frühen Kastanienwickler (*Pammene juliana* [Stephens]) (Lep. Tortricidae) und seine wirtschaftliche Bedeutung für den Kanton Tessin. Z. angew. Ent. **41**, 73–111, 1957.

*Pussard, R.: A propos de *Laspeyresia (Carpocapsa) pomonella* L. Rev. Pathol. veg. Ent. agric. **18**, 87–104, 1931. Ref.: Rev. appl. Ent. **19**, 519, 1931.

*Regnier, R.: De quelques grands ennemis du Pommier et de leurs Parasites. Rev. Bot. app. & Agric. colon. **3**, 169–185, 1923. Ref.: Rev. appl. Ent. **11**, 295, 1923.

Rosenberg, H. T.: The Biology and Distribution in France of the Larval Parasites of *Cydia pomonella* L. Bull. ent. Res. **25**, 201–256, 1934.

Ruschka, F.: Die europäisch-mediterranen Eucharidinae und Perilampinae (Hym., Chalc.). Dtsch. ent. Z. 1924, 82–96.

*Sarra, R.: La Variegana (*Olethreutes variegana* Hb. Lepidoptera Tortricide) ed i suoi Parassiti. Boll. Labor. Zool. Portici **12**, 175–187, 1918. Ref.: Rev. appl. Ent. **6**, 173, 1918.

Schmiedeknecht, O.: Opuscula Ichneumologica. Bd. **IV** Ophioninae S. 2016, 1908–1911.

— Opuscula Ichneumologica. Supplement-Band **XVI**, 70, 1933.

Schütte, F.: Untersuchungen über die Populationsdynamik des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.). Z. angew. Ent. **40**, 1–36 u. 285–331, 1957.

*Sciarra, G.: Contributione alla Conoscenza della *Carpocapsa pomonella* L. Boll. Labor. Zool. Portici **10**, 33–35, 1915. Ref.: Rev. appl. Ent. **4**, 16, 1916.

*Scheppard, R. W.: The present Status of the European Pine Shoot Moth in southern Ontario. Rep. ent. Soc. Toronto **63**, 58–61, 1932. Ref.: Rev. appl. Ent. **22**, 305, 1934.

*Simmonds, F. J.: Observations on the Parasites of *Cydia pomonella* L. in southern France. Sci. Agric. **25**, 1–30, 1944. Ref.: Rev. appl. Ent. **33**, 354–356, 1945.

Telenga, N. A.: Parasiten und ihre Bedeutung in der Dynamik des Traubenwicklers (*Polychrosis botrana* Schiff.). Anz. Schädlingsk. **10**, 101–106, 1934.

Thompson, W. R.: A Catalogue of the Parasites and Predators of Insect Pests. Section 2. Part II. Host of the Hymenoptera (Agaonidae to Braconidae) 1953. Part. IV. Host of the Hymenoptera (Ichneumonidae) 1957.

Uffeln, K.: In Westfalen gefangene und aus anderen Insekten erzogene Schlupfwespen. Abh. Westfäl. Mus. Naturk. **11**, 11, 1940.

Die mit einem * versehenen Literaturangaben waren nur im Referat zugänglich.

# Beitrag zur Biologie des Anobienparasiten *Trigonoderus tristis* Walk. *(Hym. Chal.)*

Von R. Lyngnes, Sunnmöre/Norwegen

In Band 39 dieser Zeitschrift wurde Kopulation, Ovolation, der Orientierungssinn und Legebohrer der Schlupfwespe *Tr. tristis* Walk. (Abb. 1) behandelt.

Mittlerweile konnte ein brauchbarer Stachelquerschnitt angefertigt und die Entwicklung vom Ei bis zum Puppenstadium verfolgt werden.

*Tr. tristis* Walk., ein sehr nützlicher Anobienparasit, wird auf Sunnmöre im Mai-Juli in Anobien-infizierten Häusern angetroffen. Mit Hilfe ihres Legebohrers sticht sie in die an der Holzoberfläche gekommenen Larven oder die in Puppenwiegen ruhenden Puppen von *Anobium punctatum* De Geer. an. In jeden Wirt wird nur ein Ei abgelegt. In Bohrstellung steht der Legebohrer senkrecht zur Längsrichtung der Wespe, dabei werden die zwei dolchförmigen Stechborsten alternierend in das Holz gedrückt. Die bezahnten Spitzen der Stachelrinne halten den Legebohrer im Bohrgang fest.

*Abb. 1. Trigonoderus tristis* Walk. 3 Weibchen und 1 Männchen, etwa 2mal vergrößert

In Abb. 2 sind 2 Querschnitte des Stachels dargestellt. A. zeigt einen Querschnitt durch die Mitte des Stachels, B. einen solchen durch die Spitze. Die beiden Hälften der Stachelrinne (A, 1) sind nicht wie bei der Ichneumonide *Ephialtes* zusammengefalzt, noch wie bei der Braconide *Spathius* verschmolzen, sondern die abgeplatteten Seitenränder liegen dorsal übereinander. In dieser Stellung sind sie nur leicht verbunden, an der Spitze aber zu einem Kanälchen verwachsen (B, 1). Auch die Stechborsten (A, 2) gehen ventral mit ihren abgeplatteten Kanten aneinander vorbei. Wie der Querschnitt von der Spitze zeigt, sind die Stechborsten hier von einfacher Form und verstärkt. Der Querschnitt A zeigt, daß das Ei einen relativ weiten und elastischen Durchgang durch den Kanal (5) hat. Außerdem können die Stechborsten vom Ei auseinandergedrückt werden, ohne daß das Ei aus dem Kanal herausfällt. Wie bei den anderen genannten Wespenfamilien hat auch hier jede Hälfte der Stachelrinne eine Gleitrippe (3) zur Führung der Stechborsten. In Abb. 3 und 4 ist der Entwicklungsgang einer Wespe festgehalten. Alle Aufnahmen zeigen das gleiche Tier. Bezüglich des Puppenstadiums sei auf die Abb. 6 meiner Arbeit in Band 39 dieser Zeitschrift verwiesen.

In winterwarmen Stellen zeigt sich *Tr. tristis* Walk. auf Anobien-verseuchtem Material schon im Mai. In kälteren Räumen kann sie sich mehrere Wochen später zeigen. So zählte ich z. B. am 15. Juli 1957 allein 24 *Trigonoderus*-Exemplare auf einem ca. 2 m langen Balken am Eingang eines Kuhstalles auf Sunnmöre. Die Weibchen suchten eifrig nach Wirten, und einige waren mit Bohrungen beschäftigt. Einzelne Einstichstellen wurden am Balken markiert, um im Labor das entsprechende Holzstück entnehmen zu können. Zum schnellen Fotografieren lagen die Wirtstiere mit ihren Parasiten auf kleinen Holztellern, während sie sonst in großen Petrischalen mit Deckel aufbewahrt wurden.

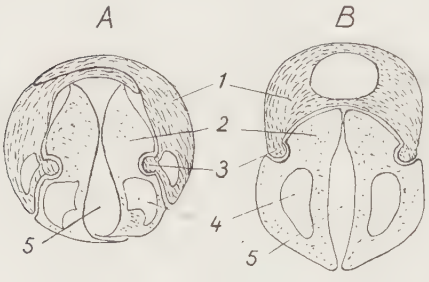



*Abb. 2.* Querschnitt des Legebohrers von *Tr. tristis* Walk. A Querschnitt durch die Mitte des Stachels; B Querschnitt durch die Spitze des Stachels; 1 Stachelrinne, 2 Stechborste, 3 Gleitrippe, 4 Stechborstenkanälchen, 5 Eiausführgang

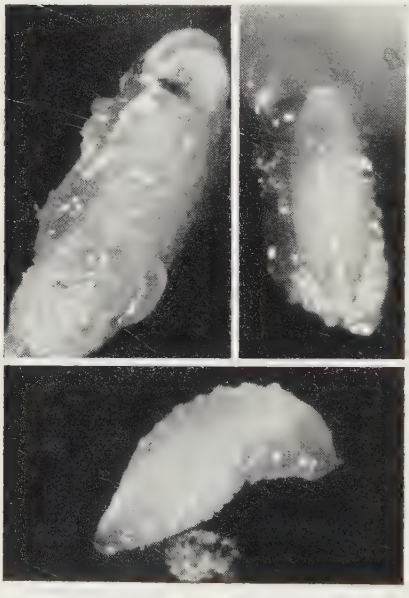


*Abb. 3.* 3 Stadien von *Tr. tristis* Walk. auf *A. punctatum* De Geer

Abb. 3 zeigt 3 Larvenstadien von *Trigonoderus* mit dem Wirt, einem frühen Puppenstadium von *A. punctatum* De Geer. Die Anfertigung des Bohrkanales und die Eiablage der weiblichen Wespe ist auf den 15. Juli zu datieren. Die Aufnahmen der 3 Larvenstadien auf Abb. 3 wurden am 25. und 31. Juli sowie am 10. August gemacht. Im Zeitraum vom 25.–31. Juli war das Larvenwachstum am schnellsten. Dem Betrachter zeigt sich die Larve als eine ellipsoide Blase, die unter anderem eine farblose zirkulierende Flüssigkeit enthalte.

Die Parasitenlarve verließ die Wirtsreste am 15. August. In den folgenden Tagen bewegte sie sich kaum, gab aber reichlich Exkremente ab. Diese waren eine homogene Masse, erhärteten langsam und verfärbten sich braungrau. Am 20. August verpuppte sich die Larve ohne Kokon. Nach 40tägiger Puppenzeit schlüpfte am 28. September die Wespe.

Wie Abb. 4 zeigt, blieb die Puppenhaut an den Flügelspitzen der Imago hängen. Das Bild Abb. 4 Mitte zeigt die Wespe am 30. September, unten am 8. November, nachdem sie bereits tot war. Die Lebensdauer von *Tr. tristis* Walk. ist normalerweise erheblich länger. Die nicht unbedeutende Beeinflussung durch Fotografieren und mikroskopische Beobachtungen bei starkem Licht mit vergleichsweise hoher Wärmeentwicklung dürfte die Entwicklungszeit merklich verkürzt haben. An einem Balken im Stalleingang konnte die Entwicklungszeit von der Eiablage bis

zum Schlüpfen der Imago genau festgehalten werden. Es zeigte sich, daß die Entwicklungszeit in warmen Sommern etwas weniger als 1 Jahr beträgt und annähernd 1 Jahr bei kühleren Temperaturen währt.

Zahlreiche Beobachtungen zeigten, daß auch *Tr. tristis* Walk. ebenso wie *Sp. exarator* L. bei Fehlbohrungen, die nicht zum Wirt führen, augenblicklich den Stachel zurückzieht. Wird dagegen vom Stachel das Wirtstier erreicht, so bleibt der Stachel länger im Holz. Dies hängt wohl damit zusammen, daß es der Wespe Schwierigkeiten bereitet, das Ei durch den langen und engen Eiausführgang zum Wirt zu bringen. Die Eiablage wird auch dann nur ausgelöst, wenn die Stachelspitze den Wirt berührt. Die Einzelheiten, die zur Auslösung der Eiablage führen, sind noch nicht geklärt.

Ist eine Bohrung der Wespe erfolgreich, so macht sie, nachdem der Stachel im Holz zur Ruhe gekommen ist, noch einige Stichbewegungen. Diese Stichbewegungen vor der Eiablage müssen zu Verletzungen beim Wirt führen. Abb. 5 links zeigt deutlich 3 Stichwunden an der dorsalen Brustregion der Wirtspuppe von *A. punctatum* De Geer. Abb. 5 rechts zeigt eine *A. punctatum*-Larve, die von *Sp. exarator* L. parasitiert ist. Auch hier sehen wir Stichwunden in der dorsalen Brustregion.

*Abb. 4. Tr. tristis* Walk. oben: als frischgeschlüpftes Tier. Mitte: am 30. September. Unten: als totes Tier am 8. November

Als Anobienvernichter wird *Tr. tristis* Walk. besonders wertvoll, da bereits eine Einzellarve dieser Wespe genügt, um den Wirt zu töten. Hinzu kommt ihr recht zahlreiches Auftreten. Sie scheint allerdings feuchtere und windfreie Biotope zu bevorzugen.

Hier gelangten an einzelnen Tagen auf 10 m² Dachfläche mehr als 20 Wespen zur Beobachtung. Dem Meer zu scheint die Gattung häufiger zu werden. So konnte ich am 7. September 1956 an der Westspitze der Westinsel am Leuchtturm von Runde auf Sunnmöre auf dem Dachboden zweier Häuser, einem Holz- und einem Steinhaus, an dem jeweils einzigen nach Südwesten gelegenen Dachfenster folgende Tiere auszählen:

Am Dachbodenfenster des Holzhauses fand ich

43 *A. punctatum* (lebend oder tot),
119 *Sp. exarator* (lebend oder tot),

und am Fenster des Steingebäudes waren

3 *A. punctatum* (lebend oder tot),
94 *Sp. exarator* (lebend oder tot) und
21 *Tr. tristis* (lebend oder tot).

Es lag nahe, anzunehmen, daß *Tr. tristis* Walk. nur im Steingebäude anzutreffen sei. Es bestand aber die Möglichkeit, daß durch Reinigungsarbeiten an den Fenstern eine Zufallsbeobachtung vorlag. Es wurde daher verabredet, beide Fenster im Sommer 1957 nicht zu reinigen.

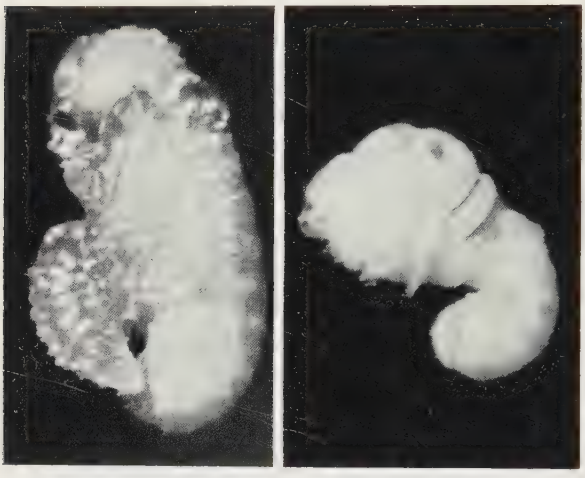


*Abb. 5.* Links: Puppe von *Anobium punctatum* De Geer mit Stichwunden von *Tr. tristis* Walk. Rechts: Larve von *A. punctatum* De Geer mit Stichwunden von *Sp. exarator* L. Die kleinen Wespenlarven haben sich auf den Wirten festgesaugt

Bei meinem nächsten Besuch in Runde am 28. August 1957 fand ich am Dachfenster des Steingebäudes:

5 *A. punctatum* (lebend oder tot),
13 *Sp. exarator* (lebend oder tot),
35 *Tr. tristis* (lebend oder tot).

Am Dachfenster des Holzhauses dagegen:

36 *A. punctatum* (lebend oder tot),
632 *Sp. exarator* (lebend oder tot),
244 *Tr. tristis* (lebend oder tot).

Die Zahlen zeigen eindrucksvoll, daß hier ein sehr hoher Parasitierungsprozentsatz vorlag, der einen Eingriff mittels chemischer Mittel nicht rechtfertigte, zumal die Erfahrung lehrt, daß auch eine chemische Bekämpfung nicht 100%ig zum Erfolg führt. In einem Bericht konnte ich meinen Auftraggebern von einem chemischen Eingriff abraten, da die hohe Anzahl der Parasiten eine Regulierung der holzzerstörenden Anobienpopulation garantiert. Die Daten von Runde beweisen, daß auch auf den Inseln des Küstengebietes von Sunnmöre *Tr. tristis* Walk. neben *Sp. exarator* L. als Parasit von *A. punctatum* De Geer verbreitet ist.

## Zusammenfassung

*Trigonoderus tristis* Walk. bohrt ihren Wirt *Anobium punctatum* De Geer. im Puppenstadium an. Die beiden Längsteile der Stachelrinne sind proximal weder gefalzt noch verschmolzen, sondern liegen mit den Innenkanten übereinander. Erreicht die Spitze des Legebohrers den Wirt, so wird dieser mehrmals angestochen, was den Eiablagemechanismus anscheinend zur Auslösung

bringt. Anhand von fotografischen Aufnahmen, die ohne Beeinträchtigung des Tieres möglich waren, wird die Entwicklung aufgezeigt. *Tr. tristis* Walk. kommt auch als wirksamer Anobienparasit auf den Westinseln bei Sunnmöre vor.


## Summary

*Trigonoderus tristis* Walk.[1] parasitizes the pupal stage of its host, *Anobium punctatum* De Geer. The two elongate portions of the ovipositor sheath are neither fused nor folded proximally, but their inner edges overlap. When the tip of the ovipositor reaches the host, this is pierced several times, apparently to stimulate the egg laying mechanism. Development is shown by means of photographs which it was possible to take without injuring the insects. *T. tristis* occurs as an effective *Anobium* parasite even at Sunnmöre in the Western Islands.


# REFERATE

**Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie e. V.** auf der 14. Mitgliederversammlung zu Göttingen am 24. und 25. Oktober 1957. Im Auftrage der Gesellschaft herausgegeben von Dr. Günther Becker. 1959. 152 Seiten mit 67 Abbildungen und 17 Tabellen. Ganz auf Kunstdruckpapier. Broschiert 20,— DM. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.

Die anläßlich der Göttinger Tagung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie 1957 gehaltenen Vorträge und Referate, die der vorliegende Band enthält, betreffen mit wenigen Ausnahmen im wesentlichen das Gebiet der Forstentomologie.

Das einleitende Referat von Friederichs ist den Lebensgemeinschaften und deren Erhaltung in Natur- und Kulturbiozönosen gewidmet. – Wiesmann berichtet über das aktuelle Problem der Insektenresistenz und bringt neuere Erkenntnisse über das Resistenzgeschehen bei *Musca domestica* L. – Neben der chem. gewinnt die biolog. Bekämpfung von Schadinsekten immer mehr an Bedeutung. Letztere und ihre prakt. Erfolge – speziell gegen Forstinsekten – studierte Kruel in der Sowjetunion. – Franz behandelt Fragen der Populationsdynamik, der Insektenpathologie, der Quarantäne und der Massenzucht von Insekten in Kanada und den USA. – Mit der med. Entomologie setzt sich Kirchberg in seinem Referat über die hygienische Bedeutung einiger Musciden auseinander. Seine Untersuchungen zeigen, daß einigen Fliegenarten bisher in dieser Hinsicht zu wenig Beachtung geschenkt wurde. – Über Versuche mit Lockstoffen zur Schmeißfliegenbekämpfung referierte Peters. Seine Ergebnisse lassen hoffen, daß geeignete Lockstoffe wirksame Bekämpfungsmöglichkeiten erschließen. – Über Möglichkeiten einer Freilandbekämpfung von Stechmücken berichtet Britz. Populationsdynamische Studien am Lärchenwickler beinhalten die Beiträge von Bovey und Jahn. – Über die Latenzperiode der Tannenstammlaus und dabei beobachtete Gesetzmäßigkeiten berichtet Karafiat. – Eine neue Blasenfußart an Weißtanne, bisher nur an Laubhölzern bekannt, behandelt Gauss. – Mit Fragen der ökologischen Freilandarbeit in der Forstentomologie befaßt sich Schwerdtfeger. – Schütte schilderte Methoden zur Erfassung der Baum- und Strauchfauna, Stein den Einfluß der Vögel auf den Insektenbestand im Eichenwald. – Ohnesorge berichtet über die Gradation der kleinen Fichtenblattwespe, einem hartnäckigen Fichtenschädling in Nordwestdeutschland, Thalenhorst über den Mas-

[1] G. J. Kerrich, Commonwealth Institute of Entomology, London, der die Nomenklatur Walkers jetzt revidiert hat, meint, daß diese Gattung meines Materiales mit *Plutothrix coelius* Walk. identisch ist.

senwechsel der Fichten-Nematinen. – Dem Waldhonigtau, seiner bienenwirtschaftlichen Bedeutung in Verbindung mit der Trophobiose der Waldameise gilt der Beitrag WELLENSTEINS. – SCHINDLER gibt einen Beitrag zur chem. Bekämpfung des Kiefernknospentriebwicklers. – Agrarschädlingsprobleme werden von SCHMUTTERER mit seinem Beitrag über die Fritfliegenbekämpfung mittels Saatgutinkrustierung mit Aldrin und Dieldrin und von STEINER (Arthropodenfauna des Apfelbaumes) behandelt. – Über die Mortalitätsfaktoren beim Engerling und die Periodik ihres Auftretens berichtet NIKLAS. – Die Pilzzucht holzbrütender Ipiden behandelt FRANCKE-GROSMANN. – LÜSCHERS Beitrag betrifft die Bildung und Beeinflussung von Ersatzgeschlechtstieren bei Termiten. OLDIGES, München

MARQUARDT, H.: **Natürliche und künstliche Erbänderungen.** — Probleme der Mutationsforschung. — 177 Seiten, 43 Abb. Rowohlts Deutsche Enzyklopädie rde 44. Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH. Hamburg 1957. Preis broschiert 1,90 DM.

In der bewährten Schriftenreihe „Rowohlts Deutsche Enzyklopädie" erschien das vorliegende Buch des seit langen Jahren auf dem Gebiete der Mutationsforschung tätigen Genetikers. Es vermittelt dem nicht mit dem speziellen Fachgebiet vertrauten Leser einen guten Einblick in die aktuellen Probleme der Mutationsforschung.

Neben einem kurzen Überblick über die geschichtliche Entwicklung des Mutationsbegriffes sowie einer präzisen Darstellung der zytologischen und genetischen Grundlagen wird das Mutationsgeschehen eingehender behandelt.

Abschließend weist der Verfasser, vom Standpunkt des Genetikers aus, eindringlich auf die Strahlungsgefährdungen hin, denen die Organismen und nicht zuletzt die gesamte Menschheit in steigendem Maße ausgesetzt sind. POSTNER, München

KÖNIG, E.: **Tierische und pflanzliche Holzschädlinge.** 328 S., 277 Abb., Holz-Zentralblatt, Verlags-GmbH., Stuttgart, brosch. 16,50 DM.

In der deutschsprachigen Literatur liegen einige allgemein verständliche Bücher über das wirtschaftlich sehr wichtige Gebiet der Holzschädlinge und ihrer Bekämpfung vor. Erstmalig sind in KÖNIGS Buch sowohl die tierischen als auch die pflanzlichen Schädlinge des verbauten und noch stehenden, lebenden Holzes zusammen behandelt. Hierin liegt die besondere Note des Buches. Anhand zahlreicher, meist guter Abbildungen kann der interessierte Fachmann und Laie sich über die vielfältigen Erscheinungsformen holzzerstörender Organismen unterrichten. Auch zu Bestimmungszwecken ist die reichhaltige Bebilderung durchaus geeignet. Eine schärfere Trennung der wirtschaftlich wichtigen und weniger wichtigen Holzfeinde wäre erwünscht.

Dem Heer holzschädlicher Insekten ist der 1. Teil des Werkes gewidmet. Auch die Parasiten der holzzerstörenden Insekten finden eine, wenn auch kurze Darstellung. Eine ausführliche und vollständige Beschreibung der pflanzlichen Holzschädlinge bringt der 2. Teil. Von den meisten Pilzarten sind gute Abbildungen der Fruchtkörper eingefügt. Im 3. Buchteil werden in knapper Darstellung die Probleme des Holzschutzes behandelt.

Das Ziel des Verfassers, die Biologie und die Erscheinungsformen der Holzschädlinge zu beschreiben, kann als geglückt angesehen werden. Für Praxis und Wissenschaft ist das preiswerte und gut ausgestattete Buch eine brauchbare Hilfe und dürfte eine weite Verbreitung finden. OLDIGES, München

**Seit mehr als 100 Jahren die erste forstliche Monographie der Eichen**

*Soeben erschien:*

# DIE EICHEN

*Forstliche Monographie der Traubeneiche und der Stieleiche*

Von Dr. JOACHIM KRAHL-URBAN

Professor der Forstwissenschaft
Forstmeister des Lehrforstamtes Bramwald

1959 / 288 Seiten mit 10 Abbildungen / In Ganzleinen 48,— DM

Obgleich die Eichen – die Trauben- und die Stieleiche – nicht mehr die überragende wirtschaftliche Bedeutung besitzen wie früher, gehören sie heute noch zu den wertvollsten Baumarten des europäischen Waldes. Hinsichtlich ihres möglichen Holzwertes stehen sie sogar weitaus an der Spitze. Auch in ihrer biologisch-ökologischen Bedeutung für den Wald werden sie von kaum einer anderen Holzart übertroffen.

Auf Grund zahlreicher neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse sowie im Hinblick auf die allgemeine Entwicklung von Technik, Chemie und Wirtschaft wird die Forstwirtschaft in zunehmendem Maße gezwungen sein, ihre Einstellung in der Eichenfrage zu überprüfen. Sie wird dadurch vor Entscheidungen gestellt, die angesichts der langen Produktionsdauer auf Jahrhunderte hinaus von einschneidender Bedeutung für die Forst- und Holzwirtschaft sein werden. Diese Entscheidungen betreffen neben den biologisch-ökologischen Aufgaben der Eichen vor allem die wirtschaftlichen Ziele des künftigen Eichenbetriebes, und hierbei in erster Linie die Fragen der Wertholzerzeugung.

Das vorliegende Buch, dessen Verfasser über die heute wohl umfassendsten Eichenkenntnisse aus eigener Anschauung verfügt, zeigt zusammenfassend den gegenwärtigen Stand wissenschaftlicher Einsichten und praktischer Erfahrungen. Es ist zugleich seit mehr als 100 Jahren die erste forstliche Monographie der Eichen.

Die wissenschaftlichen Grundlagen berühren neben der Geschichte, insbesondere der Forstgeschichte, alle einschlägigen Gebiete der Naturwissenschaft, vor allem die Forstbotanik und die Standortskunde im weitesten Sinne, die Forstzoologie, die Holztechnologie, die Betriebswirtschaftslehre und die Forstpolitik, um nur die wichtigsten zu nennen.

Eine möglichst eingehende Darstellung findet der gesamte praktische Eichenbetrieb von der Gründung über die Erziehung und Pflege bis zur Nutzung von Eichenbeständen. Sie soll vor allem dem Forstmann in der Praxis das notwendige Rüstzeug liefern. Dabei werden, weitestgehend gestützt auf eigene Anschauung und Erfahrung und ergänzt durch Literatur, alle Fragen im gesamteuropäischen Raum behandelt. Durch Herausstellung insbesondere der zeitbedingten Probleme sollen auch international den Forstwirtschaften der Länder, in den Trauben- und Stieleichen flächenmäßig eine nennenswerte Rolle spielen, die wirtschaftlichen Entscheidungen erleichtert werden, vor die sie sich früher oder später gestellt sehen.

**Ein vierseitiger Spezialprospekt liegt diesem Heft der „Zeitschrift für angewandte Entomologie" bei**

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

**Der erste Band liegt komplett vor**

*Soeben erschien das vierte Heft:*

# FORSTLICHE UMSCHAU

*Referate über das forst- und holzwirtschaftliche Schrifttum*

Herausgegeben von

K. Abetz, Freiburg i. Br.; H. Gläser, Hann. Münden; A. Horky, Wien; H. Leibundgut, Zürich; K. Mantel, Freiburg i. Br.; A. Richter, Eberswalde; K. Rubner, München; J. Weck, Reinbek; E. Zieger, Tharandt

Schriftleitung:

J. Weck, Reinbek, und C. Wiebecke, Reinbek,
unter Mitwirkung von K. Abetz, Freiburg i. Br.

Mit dem vorliegenden Heft wird der erste Jahrgang der *Forstlichen Umschau* abgeschlossen. Die ersten vier Hefte wurden so schnell, wie es die Umstände zuließen, herausgegeben, um die Literaturberichte über das Jahr 1957 im wesentlichen und über das Jahr 1958 zum großen Teil veröffentlichen zu können. Mit Beginn des neuen Jahrganges wird die Literatur eines Vierteljahres bereits im folgenden Quartal in der *Forstlichen Umschau* referiert werden.

**Mehr als 1300 Referate**

über die wesentlichen forst- und holzwirtschaftlichen Veröffentlichungen der ganzen Welt enthält der erste Band der *Forstlichen Umschau*. Die Referate sind nach dem Oxford-System der Dezimalklassifikation gegliedert, so daß sich die auf den einzelnen Fachgebieten erschienene Literatur leicht und schnell finden läßt. Die Zeitschrift wird von Wissenschaftlern sämtlicher Lehr- und Forschungsstätten der Forst- und Holzwirtschaft des gesamten deutschen Sprachgebietes herausgegeben. Die *Forstliche Umschau* vermittelt Wissenschaft und Praxis den für ihre Arbeit notwendigen, bei der Fülle der jährlich neuerscheinenden Veröffentlichungen sonst aber kaum noch möglichen Überblick über das einschlägige Fachschrifttum. Gleichzeitig erleichtert sie von Fall zu Fall die Möglichkeit des Rückgriffs auf eine besonders wichtige Originalarbeit.

**Erscheinungsweise und Preis:**

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Umfang je Heft: 6 Bogen à 16 Seiten. 4 Hefte (zuzüglich umfangreichem Register) bilden einen Band. Abonnementspreis je Band 84,— DM, zuzüglich amtlicher Postgebühren. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes. Einzelbezugspreis der Hefte außerhalb des Abonnements jeweils 25 % teurer, also 26,25 DM. Studenten der Forst- und Holzwirtschaft, die ihr Staatsexamen noch nicht abgelegt haben und noch nicht voll bezahlt angestellt sind, erhalten gegen entsprechenden Nachweis einen Nachlaß von 15 % auf den Abonnementspreis.

VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN